ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1906 г. ТОМЪ 7 № 4.

Попытка химическаго пониманія мірового эѳира.

Д. И. Менделѣевъ[1]).

Сводя вышесказанное о группѣ аргоновыхъ элементовъ, должно прежде всего видѣть, что такой нулевой группы, какая имъ соотвѣтствуетъ, невозможно было предвидѣть при томъ состояніи знаній, какое было при установкѣ въ 1869 году періодической системы, и хотя у меня мелькали мысли о томъ, что раньше водорода можно ждать элементовъ, обладающихъ атомнымъ вѣсомъ менѣе 1, но я не рѣшался высказываться въ этомъ смыслѣ по причинѣ гадательности предположенія и особенно потому, что тогда я остерегся испортить впечатлѣніе предлагавшейся новой системы, если ея появленіе будетъ сопровождаться такими предположеніями, какъ объ элементахъ легчайшихъ, чѣмъ водородъ. Да притомъ въ тѣ времена мало кто интересовался природою эѳира, и къ нему не относили электрическихъ явленій, что въ сущности и придало эѳиру особый и новый интересъ. Теперь же, когда стало не подлежать ни малѣйшему сомнѣнію, что предъ той I группой, въ которой должно помѣщать водородъ, существуетъ нулевая группа, представители которой имѣютъ вѣса атомовъ меньшіе, чѣмъ у элементовъ I группы, мнѣ кажется невозможнымъ отрицать существованіе элементовъ болѣе легкихъ, чѣмъ водородъ[2]). Изъ

[1]) Окончаніе. См. „Физ. Обозр." № 3, стр. 139.

[2]) Быть можетъ, возможны также элементы съ атомными вѣсами большими, чѣмъ у $H = 1{,}008$, но меньшими, чѣмъ у $He = 4$, изъ II—VII группъ, но, во-первыхъ, мнѣ кажется, что нынѣ вѣроятнѣе всего ждать

нихъ обратимъ вниманіе сперва на элементъ 1-го ряда 0-й группы. Его означимъ чрезъ *y*. Ему, очевидно, будутъ принадлежать коренныя свойства аргоновыхъ газовъ. Но прежде всего слѣдуетъ получить понятіе о его атомномъ вѣсѣ. Для полученія приближеннаго понятія о немъ, обратимся къ измѣняющемуся отношенію между вѣсами атомовъ двухъ элементовъ той же группы изъ сосѣднихъ рядовъ. Начиная съ $Ce = 140$ и $Sn = 119$ (здѣсь это отношеніе равно 1,18), отношеніе это при переходѣ въ низшіе группы и ряды явно и довольно правильно (судя по мѣрѣ возможныхъ погрѣшностей) возрастаетъ по мѣрѣ уменьшенія атомнаго вѣса сравниваемыхъ элементовъ. Но мы начнемъ разсчетъ лишь съ $Cl = 35{,}45$, потому, во-первыхъ, что интересъ въ искомомъ смыслѣ можетъ быть только для легчайшихъ элементовъ, во-вторыхъ, потому, что для этихъ послѣднихъ отыскиваемое отношеніе находится точнѣе, и, въ-третьихъ, потому, что хлоромъ кончаются малые періоды типическихъ элементовъ (гдѣ нѣтъ VIII группы и по концамъ малыхъ періодовъ стоятъ щелочные металлы и галоиды), среди которыхъ должны быть и элементы болѣе легкіе, чѣмъ водородъ. Такъ какъ атомный вѣсъ хлора $= 35{,}45$, а фтора $= 19{,}0$, то отношеніе $Cl : F = 35{,}45 : 19{,}0 = 1{,}86$, то точно также находимъ:

группа	VII	$Cl : F$	$= 1{,}86$
„	VI	$S : O$	$= 2{,}00$
„	V	$P : N$	$= 2{,}21$
„	IV	$Si : C$	$= 2{,}37$
„	III	$Al : B$	$= 2{,}45$
„	II	$Mg : Be$	$= 2{,}67$
„	I	$Na : Li$	$= 3{,}28$
„	O	$Ne : He$	$= 4{,}98$

Изъ этого можно сдѣлать заключеніе, что находимое отношеніе въ данномъ рядѣ явно и послѣдовательно увеличивается

галоида, но не элементовъ всѣхъ группъ, такъ какъ въ начальныхъ рядахъ нельзя ждать представителей всѣхъ химическихъ функцій или группъ, какъ ихъ нѣтъ въ послѣднихъ рядахъ, а галоидовъ извѣстно лишь 4, щелочныхъ же металловъ (и мн. др.) 5, и, во-вторыхъ, разсмотрѣніе иныхъ возможныхъ элементовъ изъ числа болѣе легкихъ, чѣмъ гелій, но тяжелѣйшихъ, чѣмъ водородъ, вовсе не касается предмета этой статьи. Быть можетъ, галоидъ съ атомнымъ вѣсомъ около 3 найдется въ природѣ.

при переходѣ отъ высшихъ группъ къ низшимъ, и притомъ для I и 0-й группы оно измѣняется наиболѣе быстро. Поэтому должно полагать, что отношеніе $He:y$ будетъ значительно болѣе отношенія $Li:H$, а это послѣднее $= 6{,}97$; слѣдовательно, отношеніе $He:y$ будетъ по крайней мѣрѣ $= 10$, а, вѣроятно, что оно будетъ еще значительнѣе. А потому, такъ какъ атомный вѣсъ $He = 4{,}0$, то атомный вѣсъ y будетъ не болѣе 4,0/10, т. е. не болѣе 0,4, а вѣроятно, что еще менѣе этого. Такимъ аналогомъ гелія, быть-можетъ, должно счесть короній, котораго спектръ, ясно видимый въ солнечной коронѣ выше, т. е. дальше отъ солнца, чѣмъ спектръ водорода, представляетъ простоту, подобную простотѣ спектра гелія, что даетъ нѣкоторое ручательство за то, что онъ отвѣчаетъ газу, сходному съ геліемъ, предугаданному Локьеромъ и др. по спектру. Юнгъ и Харкнесъ при солнечномъ затменіи 1869 года, независимо другъ отъ друга, установили спектръ этого, еще донынѣ воображаемаго элемента, который особо характеризуется ярко-зеленою линіею съ длиной волны 531,7 милліонныхъ миллиметра (или $\mu\mu$, т. е. тысячныхъ микрона, по означенію Ролланда 5317, по шкалѣ Кирхгофа 1474), какъ гелій характеризуется желтою линіею: 587 $\mu\mu$. Назини, Андреоли и Сальвадори, изслѣдуя (1898) вулканическіе газы, полагаютъ, судя по спектру, что въ нихъ видѣли слѣды коронія. А такъ какъ линіи коронія удалось наблюдать даже на разстояніи многихъ радіусовъ солнца выше его атмосферы и протуберанцевъ, тамъ, гдѣ и водородныхъ линій уже не видно, то коронію надо приписать меньшій вѣсъ атома и меньшую плотность, чѣмъ водороду. А такъ какъ для гелія, аргона и ихъ аналоговъ, судя по отношенію двухъ теплоемкостей (при постоянномъ объемѣ), должно думать, что частица, т. е. количество вещества, занимающее по закону Авогадро-Жерара объемъ, равный съ объемомъ 2-хъ вѣсовыхъ частей водорода, содержитъ лишь одинъ атомъ (какъ у ртути, кадмія и большинства металловъ), то если 0,4 есть наибольшій вѣсъ атома элемента y, то плотность этого газа, по отношенію къ водороду, должна быть менѣе 0,2. Слѣдовательно, частицы этого газа будутъ—по разсчетамъ кинетической теоріи газовъ—двигаться въ 2,24 раза быстрѣе водорода, и если уже для водорода и даже гелія скорость собственнаго поступательнаго движенія частицъ, какъ старались показать Стоней (Stoney) въ 1894—1898

Періодическая система элементовъ по группамъ и рядамъ.

Ряды.	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ. 0	I	II	III	IV	V	VI	VI	VIII
0	x	—	—	—	—	—	—	—	
1	y	Водородъ. H 1,008	—	—	—	—	—	—	
2	Гелій He 4,0	Литій. Li 7,03	Бериллій. Be 9,1	Боръ. B 11,0	Углеродъ. C 12,0	Азотъ N 14,01	Кислородъ. O 16,00	Фторъ F 19,0	
3	Неонъ. Ne 19,9	Натрій. Na 23,05	Магній. Mg 24,36	Алюминій. Al 27,1	Кремній. Si 28,2	Фосфоръ. P 31,0	Сѣра S 32,06	Хлоръ Cl 35,45	
4	Аргонъ. Ar 38	Калій. K 39,15	Кальцій. Ca 40,1	Скандій. Sc 44,1	Титанъ. Ti 48,1	Ванадій. V 51,2	Хромъ. Cr 52,1	Марганецъ. Mn 55,0	Желѣзо. Fe 55,9 Кобальтъ. Co 59 Никкель. Ni 59 (Cu)
5		Мѣдь Cu 63,6	Цинкъ. Zn 65,4	Галлій. Ga 70,0	Германій. Ge 72,5	Мышьякъ. As 75	Селенъ. Se 79,2	Бромъ Br 79,95	
6	Криптонъ. Kr 81,8	Рубидій. Rb 85,5	Стронцій. Sr 87,6	Иттрій. Y 89,0	Цирконій. Zr 90,6	Ніобій. Nb 94,0	Молибденъ. Mo 96,0	—	Рутеній. Ru 101,7 Родій. Rh 103,0 Палладій. Pd 106,5 (Ag)
7		Серебро. Ag 107,93	Кадмій. Cd 112,4	Индій. Jn 115,0	Олово. Sn 119,0	Сурьма. Sb 120,2	Теллуръ. Te 127	Іодъ. J 127	
8	Ксенонъ. Xe 128	Цезій. Cs 132,9	Барій. Ba 137,4	Лантанъ. La 138,9	Церій. Ce 140,2	—	—	—	— — —
9		—	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	—	Иттербій. Yb 173	—	Танталъ. Ta 183	Вольфрамъ. W 184	—	Осмій. Os 191 Иридій. Jr 193 Платина. Pt 194,8 (Au)
11		Золото. Au 197,2	Ртуть. Hg 200,0	Талій. Tl 204,1	Свинецъ. Pb 206,9	Висмутъ. Bi 208,5	—	—	
12	—	—	Радій. Rd 225	—	Торій. Th 232,5	—	Уранъ U 238,5		

г.г. (The-Astro-physical Journal VII, стр. 38) и Роговскій въ 1899 г. («Извѣстія Р. Астрономическаго общества», вып. VII, стр. 10), такова, что ихъ частицы могутъ выскакивать изъ сферы притяженія земли[1]), то газъ, котораго плотность, по крайней мѣрѣ, въ 5 разъ меньше, чѣмъ водорода, подавно должно считать возможнымъ лишь въ атмосферѣ свѣтила столь громадной массы, какъ солнечная. Но все же этотъ *y*, т. е. короній или иной газъ съ плотностью около 0,2—по отношенію къ водороду, не можетъ быть никоимъ образомъ міровымъ эѳиромъ; его плотность (по водороду) для этого высока, онъ побродитъ, быть можетъ, и долго, въ міровыхъ поляхъ, вырвется изъ узъ земли, опять въ нихъ случайно ворвется, но все же изъ сферы притяженія солнца не вырвется, а, конечно, между звѣздами найдутся и помассивнѣе нашей центральной звѣзды. Атомы же эѳира надо представить не иначе, какъ способными преодолѣвать даже солнечное притяженіе, свободно наполняющими все пространство и вездѣ могущими проникать. Этотъ элементъ *y*, однако, необходимъ для того, чтобы умственно подобраться къ тому наилегчайшему, а потому и наиболѣе быстро движущемуся элементу *x*, который, по моему разумѣнію, можно считать эѳиромъ.

Для гелія, аргона и ихъ аналоговъ должно было признать сверхъ обычныхъ группъ—химически дѣйствующихъ элементовъ—нулевую группу инертныхъ—въ химическомъ смыслѣ—элементовъ, ставшихъ осязаемыми, благодаря образцовой наблюдательности Рамзая. Теперь они стали всѣмъ доступными газами, чуждыми химическихъ сноровокъ, т. е. отличающимися

---

[1]) Не лишено назидательности то обстоятельство, что весьма скоро послѣ того, какъ Стоней и Роговскій писали объ отсутствіи водорода и гелія въ атмосферѣ земли, оба эти газа несомнѣнно доказаны въ воздухѣ, хотя содержаніе обоихъ, особенно гелія, очень мало. Ихъ нашелъ Дьюаръ и др. въ сжиженномъ воздухѣ, водородъ подозрѣвалъ еще Буссенго, а несомнѣнно доказалъ въ 1900 г. Ар. Готье, хотя объемное содержаніе его несомнѣнно не болѣе, чѣмъ углекислаго газа. Стоней и Роговскій имѣли, очевидно, подъ руками всѣ элементы для сдѣланнаго далѣе разсчета, показывающаго, что земля можетъ удержать всѣ газы, скорость частицъ которыхъ менѣе 11 километровъ въ секунду, но они считали, что гелія нѣтъ въ воздухѣ, и этой предвзятою мыслью соблазнились, что и приводитъ къ необходимости дополнить ихъ содержательнѣйшія и интереснѣйшія соображенія.

специфическимъ свойствомъ не притягиваться ни другъ къ другу, ни къ другимъ атомамъ, когда разстоянія малы, но все же обладающихъ, конечно, вѣсомостью, т. е. подчиняющихся законамъ того механическаго притяженія на разстояніяхъ, которое лишено слѣдовъ специфически химическаго притяженія, какъ можно видѣть изъ опытовъ Ньютона и Бесселя съ маятниками изъ разныхъ веществъ. Всемірное тяготѣніе, такъ или иначе, еще можно надѣяться понять при помощи давленій или ударовъ, производимыхъ со всѣхъ сторонъ, но химическое тяготѣніе, начинающее дѣйствовать лишь при ничтожно малыхъ разстояніяхъ, останется еще долго—послѣ постиженія причины тяготѣнія—элементарнымъ, исходнымъ и непонятнымъ людямъ, тѣмъ болѣе, что оно для разныхъ атомовъ весьма неодинаково. Задача о міровомъ эѳирѣ, болѣе или менѣе тѣсно связанная съ задачею тяготѣнія, дѣлается проще, когда отъ нея совершенно отнять вопросъ о химическомъ притяженіи атомовъ эѳира, а, помѣщая его въ нулевую группу, мы этого и достигаемъ. Но въ этой группѣ, за элементомъ y, не остается мѣста для еще болѣе легкаго элемента, какимъ и надо представить эѳиръ, если ряды элементовъ начинать съ 1-го, т. е. съ того, гдѣ водородъ. Поэтому я прибавляю въ послѣднемъ видоизмѣненіи распредѣленія элементовъ по группамъ и рядамъ не только нулевую группу, но и нулевой рядъ, и на мѣсто въ нулевой группѣ и въ нулевомъ рядѣ помѣщенъ элементъ x[1]), который и рѣшаюсь считать, во-первыхъ, наилегчайшимъ изъ всѣхъ элементовъ, какъ по плотности, такъ и по атомному вѣсу, во-вторыхъ, наибыстрѣе движущимся газомъ, въ-третьихъ, наименѣе способнымъ къ образованію съ какими либо другими атомами или частицами опредѣленныхъ сколько-либо прочныхъ соединеній, и, въ-четвертыхъ,—элементомъ, всюду распространеннымъ и все проникающимъ, какъ міровой эѳиръ. Конечно, это есть гипотеза, но вызываемая не однѣми «рабочими» потребностями, а прямо—реальнымъ стремленіемъ замкнуть реальную періодическую систему извѣстныхъ химическихъ элементовъ предѣломъ или гранью низшаго размѣра атомовъ, чѣмъ я

---

[1]) Мнѣ бы хотѣлось предварительно назвать его „ньютоніемъ"—въ честь безсмертнаго Ньютона.

не хочу и не могу считать простой нуль—массы. Не представляя себѣ возможности сложенія извѣстныхъ элементовъ изъ водорода, я не могу считать ихъ и сложенными изъ элемента *x*, хотя онъ легче всѣхъ другихъ. Не могу допустить этой мысли не только потому, что ничто не наводитъ мыслей на возможность превращенія однихъ элементовъ въ другіе, и если бы элементы были сложными тѣлами, такъ или иначе это отразилось бы въ опытахъ, но особенно потому, что не видно при допущеніи сложности элементовъ никакихъ выгодъ или упрощенія въ пониманіи тѣлъ и явленій природы. А когда мнѣ говорятъ, что единство матеріала, изъ котораго сложились элементы, отвѣчаетъ стремленію къ единству во всемъ, то я свожу это стремленіе къ тому, съ чего начата эта статья, т. е. къ неизбѣжной необходимости отличить въ корнѣ вещество, силу и духъ, и говорю, что зачатки индивидуальности, существующіе въ матеріальныхъ элементахъ, проще допустить, чѣмъ въ чемъ либо иномъ, а безъ развитія индивидуальности никакъ нельзя признать никакой общности. Словомъ, я не вижу никакой цѣли въ преслѣдованіи мысли объ единствѣ вещества, а вижу ясную цѣль какъ въ необходимости признанія единства мірового эѳира, такъ и въ реализированіи понятія о немъ, какъ о послѣдней грани того процесса, которымъ сложились всѣ другіе атомы элементовъ, а изъ нихъ всѣ вещества. Для меня этотъ родъ единства гораздо больше говоритъ реальному мышленію, чѣмъ понятіе о сложеніи элементовъ изъ единой первичной матеріи. Задачу тяготѣнія и задачи всей энергетики нельзя представить реально рѣшенными безъ реальнаго пониманія эѳира, какъ мировой среды, передающей энергію на разстояніяхъ. Реальнаго же пониманія эѳира нельзя достичь, игнорируя его химизмъ и не считая его элементарнымъ веществомъ; элементарныя же вещества нынѣ немыслимы безъ подчиненія ихъ періодической законности. Поэтому я постараюсь заключить свою попытку такими слѣдствіями выше высказаннаго понятія о природѣ эѳира, которыя представляютъ возможность опытнаго, т. е. въ концѣ концовъ реалистическаго изученія этого вещества, хотя его, быть можетъ, и нельзя ни уединить, ни съ чѣмъ-либо прочно соединить, ни какъ-либо уловить.

Если для элемента *y* можно было, какъ сдѣлано выше, сколько-либо судить о вѣсѣ атома на основаніи того, что стало

извѣстнымъ по отношенію къ гелію, то этого нельзя въ такой же мѣрѣ сдѣлать нынѣ въ отношеніи къ элементу x, потому что онъ лежитъ на грани, въ предѣлѣ, около нулевой точки атомныхъ вѣсовъ, а судить по аналогамъ гелія о маломъ атомномъ вѣсѣ x нельзя уже по тому, что точность извѣстныхъ здѣсь чиселъ очень невелика, дѣло же идетъ, очевидно, объ очень маломъ вѣсѣ. Однако, если замѣтить, что отношеніе атомныхъ вѣсовъ $Xe : Kr = 1,56 : 1$, $Kr : Ar = 2,15 : 1$ и $Ar : He = 9,50 : 1$, то по параболѣ 2-го порядка найдемъ, что отношеніе $He : x = 23,6 : 1$, т. е., если $He = 4,0$, величина атомнаго вѣса $x = 0,17$, что должно считать за наивысшую изъ возможныхъ величинъ. Гораздо вѣроятнѣе принять вѣсъ атома x еще во много разъ меньшій и вотъ на какихъ основаніяхъ. Если искомый газъ есть аналогъ гелія, то въ его частицѣ должно признать содержаніе одного (а не двухъ—какъ для водорода, кислорода и т. п. простыхъ газовъ) атома, а потому плотность газа по водороду должна быть близка къ половинѣ атомнаго вѣса, считая вѣсъ атома водорода = 1 или, точнѣе, 1,008, какъ должно признавать, принимая атомный вѣсъ кислорода (условно) = 16. Поэтому для искомаго газа плотность по водороду равна $x/2$, если чрезъ x означать его атомный вѣсъ. Чтобы нашъ газъ могъ быть всюду въ мірѣ распространеннымъ, онъ долженъ имѣть столь малую плотность въ отношеніи водорода (т. е. наше $x/2$), чтобы его собственное поступательное частичное движеніе позволяло ему вырываться изъ сферы притяженія не только земли, не только солнца, но и всякихъ солнцъ, т. е. звѣздъ, иначе этотъ газъ скопился бы около наибольшихъ массъ и не могъ бы наполнить всего пространства [1]). Скорость

---

[1]) Но какъ бы ни былъ онъ легокъ, какъ бы ни была высока скорость его частицъ, все же около громадныхъ массъ солнца и звѣздъ его частицъ изъ мірового запаса должно скопиться больше, чѣмъ около меньшихъ массъ планетъ и спутниковъ. Не искать ли въ этомъ исходныхъ точекъ для пониманія избытка энергіи, доставляемой солнцемъ, причины разностей между нимъ и планетами, масса которыхъ мала? Если бы это было хоть приближенно такъ, то и тутъ, какъ во всей механикѣ и химіи, главная сущность вещества состояла бы или сосредоточивалась въ его *массѣ*. Правильное и простое пониманіе, напримѣръ, химическихъ явленій началось съ изученія вѣса (массы) дѣйствующихъ веществъ, вѣса частицъ и законностей, существующихъ между вѣсами атомовъ. Безъ

же того собственнаго, быстраго частичнаго движенія, которымъ опредѣляется газовое давленіе сообразно числу ударяющихъ частицъ и ихъ живой силѣ, опредѣляется по кинетической теоріи газовъ выраженіемъ, содержащимъ постоянную величину (зависящую отъ избранныхъ единицъ для измѣреній давленія, температуръ, плотностей и скорости), дѣленную на квадратный корень изъ двучлена $(1+\alpha t)$, выражающаго расширенія газовъ отъ температуры. Для водорода (плотность $=1$) при $t=0^0$ средняя скорость движенія частицъ высчитывается, на основаніи того, что литръ водорода при 0^0 и при давленіи въ 760 миллиметровъ вѣситъ почти ровно 0,09 грамма, равною 1843 метрамъ въ секунду, для кислорода при 0^0 около 461 метра (потому что плотность его въ 16 разъ болѣе плотности водорода), т. е. равна 1843, дѣленнымъ на $\sqrt{16}$, или на 4, и т. д. Напомню читателямъ, что если не абсолютная величина этой скорости, то относительное ея измѣненіе и существованіе самобытнаго быстраго движенія газовыхъ частицъ—прямо видны изъ опыта истеченія газовъ изъ пористыхъ сосудовъ [1]) или изъ тонкихъ отверстій, такъ что хотя тутъ основаніе гипотетическое [2]), но реальная увѣренность въ существованіи описывае-

---

понятій о массахъ, дѣйствующихъ другъ на друга, химія была бы лишь описательнымъ (историческимъ) знаніемъ. Но что такое есть масса или количество вещества—по самому своему существу—того, сколько я понимаю, не знаютъ еще вовсе. Смутное понятіе о первичной матеріи, опытомъ столь много разъ отвергнутое, имѣетъ цѣлью только замѣнить понятіе о массѣ понятіемъ о количествѣ первичной матеріи, но проку отъ такой замѣны не видно, ясности ни въ чемъ не прибываетъ. Не думаю, что тутъ лежитъ грань познанія на вѣки вѣчные, но полагаю, что ранѣе пониманія массы должно выработывать реально-ясное пониманіе эѳира. Если бы моя „попытка" повела къ такой выработкѣ, хотя бы совсѣмъ съ иной стороны, моя рѣшимость выступить съ желаніемъ реально понять эѳиръ была бы оправдана законами исторіи поступательнаго движенія знаній, т. е. исканія истины.

[1]) Легко производимый и поучительнѣйшій опытъ, показывающій относительную—сравнительно съ воздухомъ—быстроту движенія частицъ водорода, описанъ, напр., въ моемъ сочиненіи „Основы химіи", изд. 8-е, 1906 г., на стр. 433, а на стр. 432 данъ способъ разсчета скоростей.

[2]) Гипотеза состоитъ въ томъ, что упругость газовъ или производимое газомъ давленіе (на окружающіе предметы) объясняется движеніемъ частицъ и ударами ихъ о преграды.

маго движенія газовыхъ частицъ очевидна, даже она едва ли менѣе увѣренности въ томъ, что земля вращается, а не стоитъ на мѣстѣ, хотя ни того, ни этого движенія глазъ прямо и не видитъ. Изъ понятія о разсматриваемыхъ движеніяхъ газовыхъ частицъ слѣдуетъ, что скорость возрастаетъ по мѣрѣ пониженія относительной (по водороду) плотности газа (природѣ его присущей) и по мѣрѣ повышенія температуры (по стоградусному термометру), но вовсе не зависитъ отъ количества частицъ (чѣмъ опредѣляется давленіе), содержащихся въ данномъ объемѣ, и если искомый нашъ газъ имѣетъ атомный вѣсъ x и плотность по водороду—равна $x/2$, то скорость движенія его частицъ:

$$(1) \qquad v = 1843 \sqrt{\frac{2\ (1 + \alpha t)}{x}}$$

Въ этомъ выраженіи x есть искомая величина вѣса атома, для опредѣленія котораго надо знать, во-первыхъ, t, а, во-вторыхъ, v, т. е. такую скорость, которая допустила бы возможность движущимся частицамъ вырываться изъ сферы притяженія земли, солнца и звѣздъ или пріобрѣсть скорость того порядка, съ которою въ разсказѣ Жюля Верна задумано было пустить съ земли ядро на луну.

Что касается до температуры небеснаго пространства, то ее считаютъ миѳической только тѣ, кто отрицаетъ матеріальность эѳира, потому что температура полной пустоты или пространства, лишеннаго вещества, не мыслима, и введенный въ такое пространство тяжелый предметъ, напр., аэролитъ или термометръ, долженъ измѣнять температуру не отъ прикосновенія съ окружающей средой, а лишь отъ лучеиспусканія и поглощенія лучистой теплоты. Но если небесное пространство наполнено веществомъ эѳира, то ему не только можно, но и должно приписывать свою температуру, и она, очевидно, не можетъ быть равною температурѣ абсолютнаго нуля [1]), что давно стало яснымъ

[1]) Въ признаніи температуры абсолютнаго нуля (—273°) должно, по моему мнѣнію, видѣть одну изъ слабыхъ сторонъ современныхъ физическихъ концепцій, а потому предполагаю, если найду на то возможность, рѣшимость и время, говорить объ этомъ предметѣ въ особой статьѣ, хотя не считаю предметъ этотъ особенно существеннымъ.

во всеобщемъ сознаніи, а потому разнообразнѣйшими путями наведенія (индукціи) со временъ Пулье стремятся найти эту температуру, но я считаю неумѣстнымъ вдаваться въ подробности этого предмета. Скажу только, что никто не находилъ эту температуру ниже -150^0 и не считалъ выше -40^0, обыкновенно же предѣлы признаютъ отъ -100^0 до -60^0; точности же или полной опредѣленности данныхъ здѣсь и ждать нельзя, да и вѣроятно, что уже отъ одной разности лучеиспусканія разныя области неба не будутъ имѣть вполнѣ тождественной температуры. Притомъ, для приближеннаго разсчета искомаго x всѣ значенія величины t отъ -100^0 до -60^0 почти не имѣютъ никакого значенія, такъ какъ можно (по ур. I) искать только высшій предѣлъ возможныхъ x и о точности числа здѣсь не можетъ быть и рѣчи; требуется только получить понятіе о порядкѣ, къ которому относится x. Поэтому примемъ среднюю температуру $t = -80^0$. Тогда при $\alpha = 0{,}00367$ [1]), формула 1 дастъ

$$v = \frac{2191}{\sqrt{x}} \text{ или}$$

$$x = \frac{4800000}{v^2}, \qquad (2)$$

гдѣ x есть атомный вѣсъ искомаго газообразнаго элемента—по водороду—(плотность по водороду же $= x/2$), а v скорость собственнаго поступательнаго движенія его частицъ при -80^0, выраженная въ метрахъ въ секунду. Вотъ эта-то скорость v и должна быть бо̀льшею, чѣмъ у частицъ газовъ, могущихъ вырываться изъ сферы притяженія земли, солнца и всякихъ иныхъ свѣтилъ. Къ разсчету этой скорости теперь и обратимся.

Извѣстно, что тѣло, брошенное вверхъ, падаетъ обратно, описывая траекторію, форма которой опредѣляется основною параболою, и взлетаетъ тѣмъ выше, при томъ же направленіи бросанія, чѣмъ больше сообщенная ему начальная скорость, и понятно, что (помимо сопротивленія воздуха, котораго нѣтъ на границѣ атмосферы, гдѣ и ведется дальнѣйшій разсчетъ) ско-

---

[1]) По изслѣдованіямъ Менделѣева и Каяндера, водородъ при малыхъ и увеличенныхъ давленіяхъ (до 8 атм.) сохраняетъ коэффиціентъ расширенія около 0.00367, но газы съ большимъ вѣсомъ частицы даютъ бо̀льшія числа. Для легчайшихъ газовъ, каковы x, никакого иного числа взять нельзя, какъ найденное для водорода.

рость можетъ быть доведена до такой, что брошенное тѣло перелетитъ сферу земного притяженія и падетъ на другое свѣтило или станетъ обращаться, какъ спутникъ около земли по закону всеобщаго тяготѣнія. Механика (кинематика) рѣшаетъ задачу о нахожденіи такой скорости, и я, для ясности, сошлюсь на рѣшеніе въ курсѣ профессора Д. К. Бобылева («Курсъ аналитической механики», II часть, изд. 1883 г., стр. 118—123), гдѣ показано, что искомая скорость, не принимая во вниманіе центробѣжной силы и сопротивленія среды, опредѣляется тѣмъ, что она должна быть больше квадратнаго корня изъ удвоенной массы притягивающаго тѣла, дѣленной на разстояніе отъ центра притяженія до той точки, въ которой отыскивается скорость. Масса земли найдется въ особыхъ (абсолютныхъ) единицахъ, исходящихъ изъ метра, если знаемъ, что средній радіусъ земли = 6373000 метрамъ, и среднее напряженіе тяжести на поверхности земли = 9,807 метровъ, потому что напряженіе тяжести равно массѣ, дѣленной на квадратъ разстоянія (въ нашемъ случаѣ на квадратъ земного радіуса), откуда масса земли = $=398.10^{12}$ [1]). Отсюда искомая скорость бросанія съ поверхности земли должна быть болѣе 11 190 метровъ въ секунду. Если дѣло идетъ объ удаленіи частицъ съ грани атмосферы, то должно взять разстояніе отъ центра земли около 6 400 000 метровъ, и тогда получится предѣльная скорость, немного меньшая, но подобныя разности не стоятъ вниманія при такомъ вопросѣ, какъ разбираемый нами. Отсюда по формулѣ 2 вѣсъ атома x газа долженъ быть менѣе 0,038, чтобы газъ этотъ могъ свободно вырываться изъ земной атмосферы въ пространство. Газы съ большимъ атомнымъ вѣсомъ, слѣдовательно, не только водородъ и гелій, но и газъ y (короній?), могутъ оставаться въ земной атмосферѣ [2]).

---

[1]) При тѣхъ разсчетахъ, которые далѣе производятся, т. е. при отысканіи скорости v и вѣса x, можно обойтись безъ выраженія массы, довольствуясь напряженіемъ тяжести (ускореніемъ при паденіи), но я предпочелъ ввести массу, потому что, по моему мнѣнію, тогда разсчетъ становится болѣе нагляднымъ.

[2]) Дѣло идетъ о средней скорости собственнаго движенія газовыхъ частицъ. Если будутъ, какъ признаетъ Максвель, частицы, движущіяся быстрѣе, то будутъ и медленнѣе движущіяся, а потому для нашего разсужденія должно было взять лишь среднія скорости.

Масса солнца близка къ 325 000, если за единицу массъ принять землю, слѣдовательно абсолютная величина солнечной массы близка въ тѣхъ абсолютныхъ единицахъ, въ которыхъ масса земли $=3981.0^{12}$ къ 129.10^{18}. Радіусъ солнца въ 109.5 разъ больше земного, т. е. близокъ къ 698.10^{6} метрамъ. Отсюда находимъ, что съ солнечной поверхности могутъ удаляться въ пространство тѣла или частицы, обладающія скоростью не менѣе

$$\sqrt{\frac{2.129.10^{18}}{698.10^{6}}},$$

т. е. около 608 000 метровъ въ секунду. По формулѣ (2) для такой скорости находимъ вѣсъ атома x газа, подобнаго гелію, не болѣе, какъ 0,000013, а плотность въ два раза меньшую, чѣмъ это число. Слѣдовательно, у искомаго газа могущаго представлять эѳиръ, наполняющій вселенную, вѣсъ атома и плотность должны быть, во всякомъ случаѣ, менѣе указанныхъ. Это потому особенно, что есть звѣзды, обладающія массами большими, чѣмъ наша звѣзда, т. е. солнце, какъ убѣждаютъ изслѣдованія двойныхъ звѣздъ, составляющія одинъ изъ блистательныхъ успѣховъ новѣйшей астрономіи. Въ этомъ отношеніи извѣстный нашъ астрономъ А. А. Ивановъ, теперь инспекторъ Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ, обязательно снабдилъ меня слѣдующими результатами новѣйшихъ изслѣдованій, въ томъ числѣ и г. Бѣлопольскаго:

«Вполнѣ опредѣленныя свѣдѣнія имѣются относительно Сиріуса, для котораго общая масса (его самого и его спутника) оказалась въ 3,24 раза больше массы солнца. Такое опредѣленіе требовало не только изслѣдованія относительнаго движенія обѣихъ звѣздъ, но и свѣдѣній о параллаксѣ этой системы. Но для Сиріуса, вслѣдствіе неравномѣрности его собственнаго движенія, оказалось возможнымъ опредѣлить также и взаимное отношеніе между массами обѣихъ звѣздъ, которое оказалось$=2,05$, а потому масса одной звѣзды въ 2,20, а другой въ 1,04 раза больше массы солнца. Самъ Сиріусъ въ 9 разъ ярче нормальной звѣзды 1-й величины, а яркость его спутника въ 13,900 разъ слабѣе, чѣмъ у самого Сиріуса».

«Точно также для перемѣнной звѣзды β Persei или Альголя, спутникъ которой—тѣло темное, сумма массъ равна 0,67 сравни-

тельно съ массою солнца, а масса самой звѣзды въ два раза превосходитъ массу спутника, яркость же звѣзды измѣняется отъ 2,3 до 3,5».

«Для слѣдующихъ двойныхъ звѣздъ опредѣлена лишь общая масса обѣихъ звѣздъ—въ отношеніи къ массѣ солнца причемъ указывается «величина» (по яркости) каждой звѣзды»:

	Общая масса двухъ звѣздъ по сравненію съ солнцемъ.	Величина (яркость) звѣздъ.
«α Centauri	2,00	1 и 3,5
70 Ophiuchi	1,6	4,1 и 6,1
μ Cassiopejae	0,52	4,0 и 7,6
61 Cygni	0,34	5,3 и 5,9
γ Leonis	5,8	2,0 и 3,5
γ Virginis	32,70	3,0 и 3,0»

„Далѣе для тройной звѣзды 40 Eridani (величины компонентовъ: 4,0, 8,1 и 10,8) найдено, что общая ихъ масса равна 1,1 массы солнца. Наконецъ, для тройной звѣзды ζ Cancri (величины: 5,0—5,7—6,5) Зелигеръ, на основаніи взаимныхъ возмущеній, нашелъ, что масса наиболѣе яркой изъ трехъ звѣздъ превосходитъ въ 2,37 разъ сумму массъ двухъ остальныхъ".

Въ общихъ чертахъ отсюда видно, что наше солнце составляетъ, по массѣ своей, звѣзду, такъ сказать, близкую къ нормѣ, и хотя есть звѣзды съ массою болѣе солнечной, но есть и много меньшія. Для нашей цѣли, т. е. для отысканія низшаго предѣла той скорости, которую должны имѣть частицы газа, могущаго свободно вырываться въ пространство изъ сферы притяженія свѣтила, имѣютъ значеніе только звѣзды съ массою много большею, чѣмъ у солнца. У двойной звѣзды γ Virginis, по наблюденіямъ и разсчетамъ г. Бѣлопольскаго (1898 г.), общая масса почти въ 33 раза превосходитъ массу солнца. Нѣтъ основаній думать, что это составляетъ случай наибольшей массы, а потому будетъ осторожнѣе допустить, что существуютъ, быть можетъ, звѣзды, превосходящія солнце разъ въ 50, но увеличивать много это число было бы, мнѣ кажется, лишеннымъ всякой реальности. Для выполненія всего разсчета должно знать еще и радіусъ звѣзды, о чемъ до сихъ поръ нѣтъ никакихъ прямыхъ свѣдѣній. Однако, здѣсь можетъ служить наведеніемъ соображеніе о составѣ и температурѣ звѣздъ. Не подлежитъ

сомнѣнію, на основаніи спектральныхъ изслѣдованій, что въ отдаленнѣйшихъ мірахъ повторяются наши земные химическіе элементы, а на основаніи аналогій едва ли можно сомнѣваться въ томъ, что общій, массовый составъ міровъ представляетъ много сходственнаго, напр., въ томъ, что ядро плотнѣе оболочки, а она окружена постепенно разрѣжающеюся атмосферою. Поэтому составъ звѣздъ, вѣроятно, лишь немногимъ отличается отъ состава массы солнца. Плотность же опредѣляется составомъ, температурой и давленіемъ. Давленіе же, вслѣдствіе зависимости отъ общей массы свѣтила, возрастая съ поверхности къ центру, можетъ много различаться отъ солнечнаго только для ядра, но оно—будь это жидкость или паръ въ сильно сжатомъ видѣ—не должно сильно измѣнять плотностей, такъ какъ и на солнцѣ ядро находится подъ громаднымъ давленіемъ сверху лежащихъ слоевъ, а потому его накаленный матеріалъ находится въ состояніи, близкомъ къ предѣлу сжимаемости [1]). Для температуръ

---

[1]) Такъ какъ пары и газы въ сильно сжатомъ состояніи сжимаются только до плотностей, въ жидкомъ и твердомъ видѣ тѣламъ свойственныхъ, а эти явно зависятъ отъ состава, то въ газо и паро-образныхъ массахъ при какихъ угодно давленіяхъ нельзя ждать плотностей бо̀льшихъ, чѣмъ у охлажденнаго тѣла того же состава въ твердомъ и жидкомъ видѣ. Сущность дѣла (многимъ, думаю, еще неяснаго) здѣсь въ слѣдующемъ. Никакой газъ или паръ при сколько-либо значительныхъ давленіяхъ не слѣдуетъ закону Бойль-Маріотта, а сжимается гораздо того меньше, какъ можно заключить изъ прямыхъ опытовъ и изъ соображеній химическаго свойства. Прямые опыты, еще Наттерера (1851—1854), равно какъ и позднѣйшіе, показываютъ, что при большихъ (въ 100—3000 атмосферъ) давленіяхъ, въ n атмосферъ, объемы всѣхъ газовъ, при всякихъ температурахъ, сжимаются не въ n разъ (противъ объема измѣреннаго при давленіи въ одну атмосферу), а въ гораздо меньшее число разъ; такъ, напр., для водорода при давленіяхъ до 3000 атмосферъ—въ 3 раза менѣе, и если куб. метръ водорода при давленіи атмосферы вѣситъ около 90 граммовъ, то при давленіи въ 3000 атмосферъ—не сжижаясь—вѣситъ не 3000×90, или не 270 килограммовъ, какъ было бы при слѣдованіи Бойль-Маріоттову закону, а только около 90 килограммовъ. То же получено и для всѣхъ иныхъ газовъ и паровъ при всѣхъ температурахъ. Слѣдовательно, судя по опыту, сильное давленіе или превращаетъ пары и газы въ жидкости, или сжимаетъ ихъ гораздо менѣе, чѣмъ по Бойль-Маріоттову закону, и предѣлъ сжимаемости виденъ явно при переходѣ въ жидкости, которыя, какъ всѣмъ извѣстно, мало сжимаемы и представляютъ свой предѣлъ сжимаемости. Того же вывода о предѣлѣ сжимаемости (т. е.

звѣздъ, болѣе массивныхъ, чѣмъ солнце, также нельзя ждать крупныхъ различій отъ солнца, сильно вліяющихъ на плотность, и если такія различія возможны для внутреннихъ областей звѣздъ, то для звѣздъ большой массы скорѣе въ сторону повышенія, чѣмъ пониженія температуры, ибо при пониженіи температуры свѣтимость должна падать, а при большой массѣ охлажденіе замедляться. Повышеніе же температуры большихъ звѣздъ должно увеличивать діаметръ свѣтила, а это должно понижать скорость, достаточную для вырыванія газовыхъ частицъ изъ сферы притяженія. На основаніи сказаннаго для нашихъ разсчетовъ достаточно признать, что средняя плотность большихъ звѣздъ близка къ средней плотности солнца. Эта же послѣдняя, конечно, преимущественно вслѣдствіе высокой температуры солнца, какъ извѣстно, почти въ 4 раза менѣе средней плотности земли, которая недалека отъ 5,6—по отношенію къ

объ отступленіи отъ Бойль-Маріоттова закона) газовъ достигаемъ изъ соображенія о томъ, что частичныя и атомныя силы, проявляющіяся при химическихъ превращеніяхъ газовъ, часто сильно превосходятъ физико-механическія силы, намъ доступныя, какъ видно, напр., изъ легкости сжиженія всякихъ газовъ при образованіи ими множества соединеній Химическое же соединеніе влечетъ за собою сжатіе до предѣла, сообразнаго съ составомъ, какъ видно изъ того, что удѣльно-тяжелыя вещества происходятъ только при содержаніи въ составѣ тяжелыхъ металловъ, а между всѣми и всякими соединеніями легкихъ простыхъ тѣлъ нѣтъ и немыслимо ни одно тяжелое соединеніе. Такъ, напр., всѣ соединенія углерода съ водородомъ или легче воды, или представляютъ плотность, меньшую, чѣмъ уголь и графитъ. Сжатіе при этомъ происходитъ, но оно ограничено явнымъ предѣломъ. То же относится до сжатія при сжиженіи. Такъ, Дьюаръ для сжиженныхъ водорода, кислорода и азота признаетъ предѣлъ, а именно даже при абсолютномъ нулѣ ($=273^0$) объемъ ихъ атома не менѣе 10—12, т. е. предѣлъ плотности кислорода около 1,3, а для водорода около 0,1, относительно воды $=1$. Неясность понятія о предѣлѣ сжимаемости газовъ (какъ и др. веществъ) многихъ вводитъ въ явныя заблужденія. Такъ, не разъ высказывалось мнѣніе о томъ, что въ ядрѣ солнца и планетъ можно предполагать газы сжатыми до плотностей тяжелѣйшихъ металловъ, потому что тамъ давленія громадны. Если бы законъ Маріотта былъ строгъ, то куб. дециметръ воздуха (вѣсъ при одной атмосферѣ около 1,2 грам.) при давленіи въ 10000 атмосферъ (а давленіе въ ядрѣ свѣтилъ много этого больше) вѣсилъ бы около 12,0 килограммовъ, т. е. воздухъ былъ бы тяжелѣе мѣди (8,8 килогр.) и серебра (10,5 килогр.) Этого нѣтъ и быть не можетъ, что мнѣ и хотѣлось, попутно, сдѣлать совершенно яснымъ.

водѣ, а потому для звѣздъ нельзя ждать средней плотности, сильно отличающейся отъ солнечной (около 1·4—по сравненію съ водою), и слѣдовательно для звѣзды, масса которой въ n разъ болѣе массы солнца, радіусъ будетъ въ $\sqrt[3]{n}$ разъ болѣе солнечнаго.

Теперь есть всѣ элементы для разсчета въ отношеніи къ звѣздѣ, которая въ 50 разъ превосходитъ солнце. Ея масса $= 50.129.10^{18}$, или близка къ 65.10^{20}, ея радіусъ близокъ къ $698.10^6 . \sqrt[3]{50}$, или къ $26 \cdot 10^8$. Отсюда слѣдуетъ, что съ поверхности такой звѣзды могутъ удаляться въ пространство тѣла, обладающія скоростью, близкою къ:

$$\sqrt{\frac{2.65 \times 10^{20}}{26 \times 10^8}},$$

или къ 2 240 000 метрамъ въ секунду (= 2240 километровъ).

Значительность величины, полученной такимъ образомъ для скорости v, и приближеніе ея къ той, съ которою (300000000 метровъ въ секунду) распространяется свѣтъ, заставляютъ обратиться немного въ сторону, къ вопросу о томъ: во сколько бы разъ n должно было превосходить массу солнца свѣтило, которое удерживало бы на своей поверхности частицы, обладающія скоростью 3.10^8 метровъ въ секунду, если бы средняя плотность массы этого свѣтила была равна солнечной? Отвѣтъ получится на основаніи того, что, при одной и той же средней плотности двухъ свѣтилъ, скорости тѣлъ, могущихъ съ ихъ поверхности вылетѣть въ пространство (изъ сферы притяженія), должны относиться какъ кубическіе корни изъ массъ [1]), а потому свѣтило, съ поверхности котораго могутъ улетѣть частицы, обладающія скоростью 300000000 метровъ въ секунду, должно по массѣ своей превосходить солнце въ 120000000 разъ, такъ какъ отъ солнца могутъ отлетать только частицы, обладающія скоростью 608000 м. въ секунду, а она относится къ заданной (300000000), какъ 1 къ 493, кубъ же отъ 493 близокъ къ 120

---

[1]) Это легко доказать, потому что квадраты скоростей, судя по сказанному выше, относятся какъ m/r къ m'/r', а r' къ r какъ кубическіе корни изъ отношенія массъ, если среднія плотности одинаковы.

милліонамъ. Но, при современномъ состояніи нашихъ свѣдѣній о массахъ звѣздъ, нѣтъ достаточнаго [1]) основанія допустить существованіе подобнаго громаднаго свѣтила (въ 120 милліоновъ разъ большаго, чѣмъ солнце), хотя масса луны менѣе солнца въ 25 милліоновъ разъ. Поэтому, мнѣ кажется, возможно считать, что скорость движенія частицъ искомаго нами газа должна быть, чтобы наполнять небесное пространство, болѣе 2 240 000 метровъ въ секунду, но она вѣроятно менѣе, чѣмъ 300 000 000 метровъ въ секунду.

Отсюда находимъ, что вѣсъ атома x искомаго, легчайшаго элементарнаго газа, могущаго наполнять вселенную и играть роль мірового эѳира, должно принять въ предѣлѣ (по формулѣ 2):

от 0·00000096 до 0·000000000053,

если атомный вѣсъ $H = 1$. Лично мнѣ кажется невозможнымъ, при современномъ запасѣ свѣдѣній, допустить послѣднее изъ приведенныхъ чиселъ, потому что оно въ нѣкоторой мѣрѣ отвѣчало бы стремленію возвратиться къ теоріи истеченія свѣта, и я полагаю, что для пониманія множества явленій совершенно достаточно признать пока, что *частицы и атомы легчайшаго элемента x, могущаго свободно двигаться всюду, имѣютъ вѣсъ, близкій къ одной милліонной долѣ вѣса водороднаго атома*, и движутся со средней скоростью, недалекою отъ 2250 километровъ въ секунду.

Въ то время, когда я сдѣлалъ вышеизложенные разсчеты, мой ученый другъ профессоръ Дьюаръ прислалъ мнѣ свою президентскую рѣчь, сказанную имъ въ Бельфастѣ при открытіи собранія Британской ассоціаціи естествоиспытателей (1902). Въ ней онъ проводитъ мысль о томъ, что въ высочайшихъ областяхъ атмосферы, гдѣ горятъ свѣтъ и цвѣта сѣверныхъ сіяній, должно признавать область водорода и аргоновыхъ аналоговъ [2]). Отсюда ужъ лишь немного шаговъ до областей неба, еще болѣе далекихъ, и до необходимости признанія наиболѣе легкаго газа, могущаго всюду проникать и заполнять міровыя пространства, придавая осязаемую реальность представленію объ эѳирѣ.

---

[1]) Развѣ для объясненія собственнаго движенія солнца и другихъ звѣздъ около неизвѣстной центральной массы.

[2]) Примѣрно ту же мысль я вкратцѣ высказалъ въ выноскѣ (68 bis) на стр. 183 вышедшаго въ сентябрѣ 1902 г. перваго выпуска 7-го изданія своего сочиненія „Основы Химіи“.

Представляя эѳиръ газомъ, обладающимъ указанными признаками и относящимся къ нулевой группѣ, я стремлюсь прежде всего извлечь изъ періодическаго закона то, что онъ можетъ дать, реально объяснить вещественность и всеобщее распространеніе эѳирнаго вещества повсюду въ природѣ и его способность проникать всѣ вещества не только газо- или парообразныя, но и твердыя и жидкія, такъ какъ атомы наиболѣе легкихъ элементовъ, изъ которыхъ состоятъ наши обычныя вещества, все же въ милліоны разъ тяжелѣе эѳирныхъ и, какъ надо думать, не измѣнятъ сильно своихъ отношеній отъ присутствія столь легкихъ атомовъ, каковы атомы x или эѳирные.

Понятно само собою, что вопросовъ является затѣмъ и у меня самого цѣлое множество, что на большую часть изъ нихъ мнѣ кажется невозможнымъ отвѣчать, и что въ изложеніи своей попытки я не думалъ ни поднимать ихъ, ни пытаться отвѣчать на тѣ изъ нихъ, которые мнѣ кажутся разрѣшимыми. Писалъ не для этого свою „попытку", а только для того, чтобы высказаться въ такомъ вопросѣ, о которомъ многіе, знаю, думаютъ, и о которомъ надо же начать говорить.

Не вдаваясь въ развитіе изложенной попытки понять эѳиръ, я, однако, желалъ бы, чтобы читатели не упустили изъ вида нѣкоторыхъ, на первый взглядъ побочныхъ, обстоятельствъ, которыя руководили ходомъ моихъ соображеній и заставили выступить съ предлагаемою статьею. Эти обстоятельства состоятъ въ рядѣ сравнительно недавно открытыхъ физико-химическихъ явленій, которыя не поддаются обычнымъ ученіямъ и многихъ уже заставляютъ отчасти возвращаться къ представленію объ истеченіи свѣта, отчасти придумывать мнѣ мало понятную гипотезу электроновъ, не стараясь выяснить до конца представленіе объ эѳирѣ, какъ средѣ, передающей свѣтовыя колебанія. Сюда относятся особенно радіоактивныя явленія.

Считая невозможнымъ описывать [1]) эти примѣчательнѣйшія явленія и предполагая, что они уже болѣе или менѣе извѣстны читателямъ, прежде всего я долженъ сказать, что какъ чтеніе

---

[1]) Объ радіоактивныхъ веществахъ говорится, между прочимъ въ моемъ сочиненіи „Основы Химіи", 8-е изд., 1906 г. дополненіе 565, гдѣ я старался совокупить всѣ важнѣйшія на мой взглядъ химическія объ нихъ свѣдѣнія до средины 1905 г.

изслѣдованій и описаній, касающихся до нихъ, такъ и все то, что мнѣ было показано (весной 1902 г.) въ этомъ отношеніи въ лабораторіи Г. Беккереля имъ самимъ (онъ и открылъ этотъ классъ явленій) и первыми изслѣдователями радіо-активныхъ веществъ: г-жею и г-номъ Кюри, производило на меня впечатлѣніе особыхъ состояній, свойственныхъ лишь преимущественно (но не исключительно, какъ магнитизмъ свойственъ преимущественно, но не исключительно, желѣзу и кобальту) урановымъ и торіевымъ соединеніямъ.

Такъ какъ уранъ и торій, а вмѣстѣ съ ними и радій, судя по опредѣленіямъ г-жи Кюри (1902), обладаютъ между всѣми извѣстными элементами высшими атомными вѣсами ($U = 239$, $Th = 232$ и $Rd = 225$), то на нихъ должно смотрѣть, какъ на солнца, обладающія высшимъ развитіемъ той индивидуализированной притягательной способности, средней между прямымъ тяготѣніемъ и химическимъ сродствомъ, которою опредѣляется поглощеніе газовъ, раствореніе и т. п. Представивъ вещество міроваго эѳира легчайшимъ газомъ x, лишеннымъ, какъ гелій и аргонъ, способности образовать стойкія опредѣленныя соединенія, нельзя вообразить, что этотъ газъ будетъ лишенъ способности, такъ сказать, растворяться или скопляться около большихъ центровъ притяженія, подобныхъ въ мірѣ свѣтилъ—солнцу, а въ мірѣ атомовъ—урану и торію. Дѣйствительно, въ геліи и аргонѣ прямой опытъ показываетъ способность прямо растворяться въ жидкостяхъ и притомъ способность индивидуализированную, т. е. зависящую отъ природы газа и жидкости и постепенно измѣняющуюся отъ температуры. Если эѳиръ есть газъ x, то онъ, конечно, въ средѣ или массѣ самого солнца долженъ скопляться со всего міра, какъ въ каплѣ воды скопятся газы атмосфернаго воздуха. Около тяжелѣйшихъ атомовъ урана и торія легчайшій газъ x будетъ также скопляться и, быть можетъ, измѣнять свое движеніе, какъ въ массѣ жидкости растворяющійся газъ. Это не будетъ опредѣленное соединеніе, которое обусловливается согласнымъ общимъ движеніемъ, подобнымъ системѣ планеты и ея спутниковъ, а это будетъ зачатокъ такого соединенія, подобный кометамъ—въ мірѣ небесныхъ индивидуальностей, и его можно ждать около самыхъ тяжелыхъ атомовъ урана и торія—скорѣе, чѣмъ для соединеній другихъ болѣе легкихъ—по вѣсу атома—элементовъ, какъ кометы изъ

небеснаго пространства попадають въ солнечную систему, обходятъ солнце и вырываются затѣмъ снова въ небесное пространство. Если же допустить такое особое скопленіе эѳирныхъ атомовъ около частицъ урановыхъ и торіевыхъ соединеній, то для нихъ можно ждать особыхъ явленій, опредѣляемыхъ истеченіемъ части этого эѳира, пріобрѣтеніемъ его частицами нормальной средней скорости и вхожденіемъ въ сферу притяженія новыхъ эфирныхъ атомовъ. Не говоря о потеряхъ электрическихъ зарядовъ, производимыхъ радіоактивными веществами, я полагаю, что свѣтовыя или фотолучевыя явленія, свойственныя радіоактивнымъ веществамъ, показываютъ какъ бы матеріальное истеченіе чего-то невзвѣшеннаго, и ихъ, мнѣ кажется, можно разумѣть этимъ способомъ, такъ какъ особые виды входа и выхода эфирныхъ атомовъ должны сопровождаться такими возмущеніями эѳирной среды, которыя составляютъ лучи свѣта. Г-жа и г-нъ Кюри показали мнѣ, напримѣръ, слѣдующій опытъ, котораго описаніе я считаю полезнымъ. Двѣ небольшія колбы соединены между собою боковою впаянною въ горлышки трубкою со стекляннымъ краномъ въ срединѣ. Въ одну колбу—при запертомъ кранѣ—влитъ растворъ радіоактивнаго вещества, а въ другую вложенъ студенистый бѣлый осадокъ сѣрнистаго цинка, взболтанный въ водѣ. Когда кранъ, соединяющій обѣ колбы, запертъ, тогда и въ темнотѣ ничего не замѣчается. Но когда кранъ открытъ, то въ темнотѣ видна очень яркая фосфоресценція сѣрнистаго цинка, и это длится все время, пока кранъ отпертъ. Если же его закрыть, то постепенно фосфоресценція ослабѣваетъ, возобновляясь при новомъ открытіи крана. Получается впечатлѣніе истеченія изъ радіоактивнаго вещества чего то матеріальнаго, быстрое—при свободномъ проходѣ чрезъ воздухъ, и медленное при отсутствіи такого прямого и легкаго пути. Если предположить, что въ радіоактивное вещество входитъ и изъ него выходитъ особый тонкій, эѳирный газъ (какъ комета входитъ въ солнечную систему и изъ нея вырывается), способный возбуждать свѣтовыя колебанія, то опытъ какъ будто и становится въ нѣкоторомъ смыслѣ понятнымъ. Какъ всякаго рода движеніе любого газа можно производить не только твердымъ поршнемъ, но и движеніемъ другой части того же газа, такъ свѣтовыя явленія, т. е. опредѣленныя поперечныя колебанія эѳира, можно производить не только молекулярнымъ движеніемъ

частицъ другихъ веществъ (накаливаніемъ или какъ иначе), выводящимъ эѳиръ изъ его подвижнаго равновѣсія, но и извѣстнымъ измѣненіемъ движенія самихъ эѳирныхъ атомовъ, т. е. нарушеніемъ самаго ихъ подвижного равновѣсія, причиною чего въ случаѣ радіоактивныхъ тѣлъ служитъ прежде всего массивность атомовъ урана и торія, какъ причину свѣченія солнца, по моему мнѣнію, можно видѣть прежде всего въ его громадной массѣ, могущей скоплять эѳиръ въ гораздо большемъ количествѣ, чѣмъ это доступно планетамъ, ихъ спутникамъ и всюду носящимся частицамъ космической пыли. Мнѣ думается, что лучисто-свѣтовыя явленія, т. е. поперечныя къ лучу колебанія эѳирной среды, состоящей изъ быстро движущихся мельчайшихъ атомовъ, въ дѣйствительности сложнѣе, чѣмъ то представляется до сихъ поръ, и эта сложность опредѣляется по преимуществу тѣмъ, что скорость собственнаго движенія эѳирныхъ атомовъ не очень многимъ (по нашему разсчету всего въ 130 разъ) меньше скорости распространенія поперечныхъ колебаній эѳирныхъ атомовъ. Таково, по крайней мѣрѣ, мое личное впечатлѣніе отъ узнанныхъ мною радіоактивныхъ явленій, и я объ немъ не умалчиваю, хотя и считаю очень труднымъ сколько либо разобраться въ этой еще темной области свѣтовыхъ явленій.

Вкратцѣ укажу еще на другое изъ числа видѣнныхъ мною явленій, наводившее меня на изложенную попытку, относящуюся къ пониманію эѳира. Дьюаръ около 1894 г., изучая явленія, происходящія при низкихъ температурахъ, достигаемыхъ въ жидкомъ воздухѣ, замѣтилъ, что фосфорическое свѣченіе (наступающее, какъ извѣстно, послѣ дѣйствія свѣта) многихъ веществъ, особенно же параффина, сильно возрастаетъ при холодѣ жидкаго воздуха (отъ -181^{0} до -193^{0}). Теперь мнѣ представляется, что это зависитъ отъ того, что параффинъ и подобныя ему вещества усиленно сгущаютъ при сильномъ холодѣ атомы эѳира, или, проще, его растворимость (поглощеніе) возрастаетъ въ нѣкоторыхъ тѣлахъ, и они отъ этого сильнѣе фосфоресцируютъ, такъ какъ свѣтовыя колебанія возбуждаются тогда въ фосфоресцирующихъ веществахъ не только тѣлесными атомами, имѣющими свойство отъ освѣщенія ихъ поверхности приходить въ состояніе особаго напряженія, заставляющаго — по прекращеніи освѣщенія—колебаться эѳиръ, но и атомами эѳира, сгущающимися въ подобныхъ тѣлахъ и быстро обмѣнивающимися съ окружаю-

щею средою. Мнѣ кажется, что, представляя эѳиръ, какъ особый, все проницающій газъ, можно хотя и не анализировать подобныя явленія, но въ нѣкоторой мѣрѣ ждать ихъ возможности. Я и смотрю на свою, далекую отъ полноты, попытку понять природу мірового эѳира съ реально-химической стороны не болѣе, какъ на выраженіе суммы накопившихся у меня впечатлѣній, вырывающихся исключительно лишь по той причинѣ, что мнѣ не хочется, чтобы мысли, навѣваемыя дѣйствительностью, пропадали. Вѣроятно, что подобныя же мысли приходили многимъ, но, пока онѣ не изложены, онѣ легко и часто исчезаютъ и не развиваются, не влекутъ за собой постепеннаго накопленія достовѣрнаго, которое одно сохраняется. Если въ нихъ есть хоть часть природной правды, которую мы всѣ ищемъ, попытка моя не напрасна, ее разработаютъ, дополнятъ и поправятъ, а если моя мысль невѣрна въ основаніяхъ, ея изложеніе послѣ того или иного вида опроверженія, предохранитъ другихъ отъ повторенія. Другого пути для медленнаго, но прочнаго движенія впередъ, я не знаю. Но пусть окажется невозможнымъ признать за эѳиромъ свойствъ легчайшаго, быстро движущагося, недѣятельнѣйшаго въ химическомъ смыслѣ газа, все же, оставаясь вѣрнымъ реализму, нельзя отрицать за эѳиромъ его вещественности, а при ней рождается вопросъ о его химической природѣ. Моя попытка есть не болѣе, какъ посильный и первичный отвѣтъ на этотъ ближайшій вопросъ, а въ сущности своей она сводится къ тому, что ставитъ этотъ вопросъ на очередь.

Свѣтовыя волны.

П. А. Зилова.[1])

III. *Анализъ свѣтовыхъ волнъ.*

8. Извѣстно, что въ спектрѣ раскаленныхъ паровъ получаются цвѣтныя линіи, занимающія вполнѣ опредѣленныя мѣста и характеризующія природу источника свѣта. Такъ пары натрія даютъ двойную желтую линію, пары кадмія даютъ четыре линіи—красную, зеленую, синюю и фіолетовую; другіе спектры, состоя изъ большаго числа линій, очень сложны; къ тому же иногда нѣкоторыя линіи такъ тѣсно расположены, что сливаются вмѣстѣ, и тогда спектра нельзя разсмотрѣть подробно. Конечно, съ увеличеніемъ разрѣшающей способности спектроскопа линіи спектра раздвигаются; разстояніе между линіями натрія, которое мы будемъ обозначать $D_1 D_2$, можетъ служить мѣрою для разрѣшающей способности спектроскопа; въ спектроскопѣ съ одною призмою эти линіи едва раздѣляются; съ увеличеніемъ числа призмъ линіи D_1 и D_2 все болѣе раздвигаются; въ хорошей диффракціонной рѣшеткѣ эти линіи настолько раздвинуты, что между ними видно отъ 60 до 80 другихъ линій. Если разстояніе между какими-нибудь двумя линіями равно $D_1 D_2/100$, то самые сильные спектроскопы не раздѣляютъ этихъ линій. Такимъ образомъ разстояніе въ $D_1 D_2/100$ можно принять за предѣлъ разрѣшающей способности спектроскопа. Интерферометръ обладаетъ гораздо большею разрѣшающею способностью.

Для объясненія того, какимъ образомъ интерферометръ можетъ быть примѣненъ къ изслѣдованію спектральныхъ линій, замѣтимъ, что если въ интерферометрѣ получаются полосы отъ однородныхъ лучей (соотвѣтствующихъ гармоническому движе-

---

[1]) См. „Физич. Обозр." № 3, стр. 140.

нію), то при отодвиганіи зеркала R (фиг. 5, стр. 147) —интерференціонныя полоски перемѣщаются въ полѣ зрѣнія, всегда оставаясь отчетливо видимыми; слѣдовательно, сколько бы мы ни увеличивали разность путей двухъ однородныхъ лучей, они всегда сохраняютъ способность интерферировать.

Положимъ теперь, что имѣемъ источникъ свѣта, дающій два сорта лучей одинаковой яркости, но нѣсколько различныхъ періодовъ; лучи каждаго сорта даютъ свою систему полосокъ. Если оптическіе пути обоихъ лучей одинаковы (P очень близка къ M), то обѣ системы полосокъ совпадаютъ; если же разность этихъ путей непрерывно увеличивать (зеркало R постепенно перемѣщать), то системы полосокъ будутъ перемѣщаться, но каждая съ особою скоростью (если R передвигается на e, то одна система перемѣщается на $2e/\lambda$ полосокъ, а другая на $2e/\lambda'$, гдѣ λ и λ' длины волнъ соотвѣтствующихъ лучей). Если при этомъ одна система перемѣстится относительно другой на полволны ($2e/\lambda = m$, $2e/\lambda' = m + 1/2$), то свѣтлыя полоски одной системы помѣстятся въ темныхъ промежуткахъ другой системы, и тогда все поле зрѣнія представится одинаково освѣщеннымъ: полоски сдѣлаются невидимыми. Далѣе полоски опять становятся видимыми и при перемѣщеніи одной системы относительно другой на цѣлую волну ($2e/\lambda = m$, $2e/\lambda' = m + 1$) свѣтовыя полоски обѣихъ системъ опять совпадаютъ и отчетливо видимы. Затѣмъ системы полосокъ вновь расходятся, перестаютъ быть видимыми и т. д. Такимъ образомъ интерферометромъ можно не только обнаружить обѣ системы почти одинакихъ лучей, но и измѣрить разность длины ихъ волнъ, опредѣляя разстояніе, на которое надо передвинуть зеркало R отъ одного исчезновенія полосокъ до слѣдующаго.

Если лучи различныхъ сортовъ неодинаковой яркости, то полоски никогда вполнѣ не исчезаютъ, но при непрерывномъ передвиженіи зеркала R, онѣ будутъ то болѣе, то менѣе рѣзко видимы.

Теперь представимъ себѣ, что мы наблюдаемъ интерференціонныя полоски въ то время, когда зеркало R передвигается; если при этомъ отчетливость или видимость полосокъ періодически измѣняется, то мы увѣрены, что имѣемъ дѣло съ двумя пучками различныхъ лучей, дающихъ двѣ линіи въ спектрѣ которыя могутъ быть такъ близки, что ихъ и нельзя видѣть

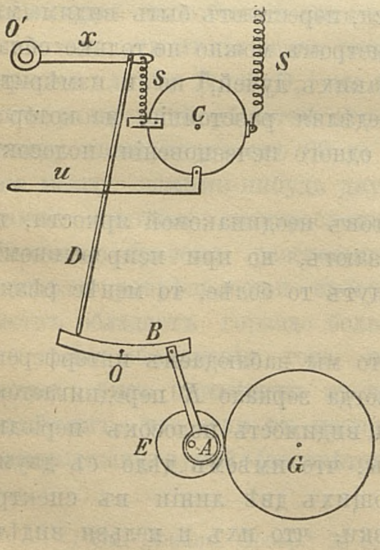
раздѣльными въ спектроскопѣ. Это именно мы и наблюдаемъ въ случаѣ лучей паровъ натрія.

9. Предыдущія разсужденія, относящіяся къ двумъ явленіямъ, можно распространить на болѣе сложные случаи нѣсколькихъ линій. Для каждаго источника свѣта видимость интерференціонныхъ полосокъ измѣняется по особому закону. Для каждаго случая можно построить *кривую видимости* полосокъ и по ней опредѣлить составъ пучка лучей или сдѣлать *анализъ свѣтовыхъ волнъ*.

Кривую видимости строятъ такъ: на оси абсциссъ откладываютъ разности путей обоихъ пучковъ лучей, а на ординатахъ видимость полосокъ или отчетливость, съ которою онѣ видны, при чемъ видимость совершенно отчетливыхъ полосокъ оцѣнивается цифрою 100, ясно отчетливыхъ—75, достаточно отчетливыхъ—50, плохо отчетливыхъ—25 и т. д.; такая оцѣнка нѣсколько произвольна, но привычный наблюдатель не затруднится ее произвести тѣмъ болѣе, что нужно опредѣлить лишь общій характеръ кривой (въ особенности ея періодичность).

Но какъ же сдѣлать анализъ волнъ по кривой видимости? Для этого надо напередъ знать кривыя видимости для нѣкоторыхъ наиболѣе важныхъ и чаще встрѣчающихся случаевъ.

Такія кривыя видимости можно вычертить при помощи особаго прибора, называемаго *гармоническимъ анализаторомъ*.



Фиг. 6.

Приборъ состоитъ изъ 80 элементовъ, устроенныхъ слѣдующимъ образомъ. Кривой рычагъ B (фиг. 6) можетъ качаться около горизонтальной оси, проходящей чрезъ его середину O; правый конецъ этого рычага соединенъ съ эксцентрикомъ A; при вращеніи послѣдняго рычагъ и упирающійся въ него стержень D (верхній конецъ котораго соединенъ съ рычагомъ x, удобоподвижнымъ около оси O') совершаютъ гармониче-

скія колебанія; это движеніе сообщается цилиндру C чрезъ пружинку s. Періодъ колебаній стержня D зависитъ отъ діаметра колеса E, къ которому прикрѣпленъ эксцентрикъ и которое приводится во вращеніе трущимся о него валомъ G; амплитуда же стержня D регулируется разстояніемъ его нижняго конца отъ середины рычага B; если этотъ стержень упирается въ лѣвую половину рычага, то амплитуда положительная, если въ правую, то амплитуда отрицательная, если наконецъ онъ упирается въ середину рычага, то его амплитуда $= O$ и онъ остается въ покоѣ.

Всѣ 80 такихъ элементовъ расположены въ рядъ и приводятся въ движеніе вращающимся валомъ G. Пружинки s ото всѣхъ стержней соединены съ удобоподвижнымъ цилиндромъ C, который уравновѣшивается болѣе сильною пружиною S, прикрѣпленною къ нему съ другой стороны. Движеніе всѣхъ колеблющихся стержней сообщается этому цилиндру, который совершаетъ составное движеніе. Къ цилиндру C прикрѣплено перо u, передъ которымъ равномѣрно передвигается бумага; это перо вычерчиваетъ на бумагѣ кривую сложенія всѣхъ тѣхъ гармоническихъ колебаній, которыя соотвѣтствуютъ приведеннымъ въ дѣйствіе рычагамъ.

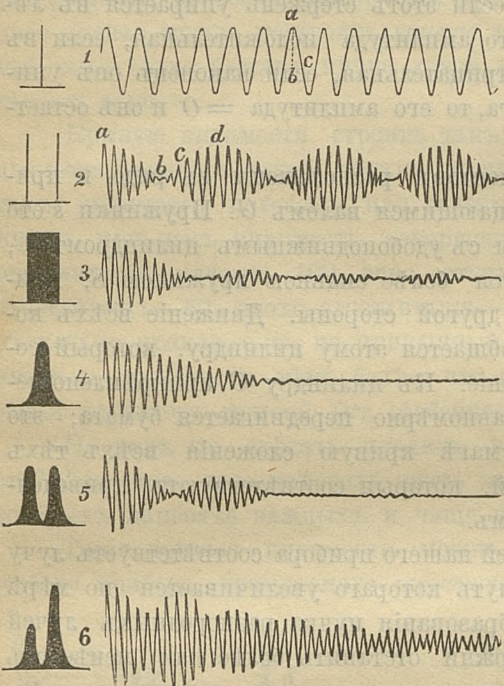
Каждый изъ стержней нашего прибора соотвѣтствуетъ лучу опредѣленнаго періода, путь котораго увеличивается по мѣрѣ дѣйствія прибора. Для образованія пучка разнородныхъ лучей надо соотвѣтственные стержни отставить болѣе или менѣе отъ середокъ ихъ рычаговъ; перо вычерчиваетъ кривую, соотвѣтствующую по мѣрѣ своего теченія непрерывно возрастающей разности ходовъ лучей.

На фиг. 7 въ началѣ каждой строки представленъ спектральный составъ лучей, при чемъ на оси абсциссъ отложены длины волнъ, а на ординатахъ яркости лучей. Правѣе представлены волнообразныя кривыя, вычерчиваемыя гармоническимъ анализаторомъ; ординаты ихъ послѣдовательныхъ вершинъ опредѣляютъ яркости послѣдовательныхъ интерференціонныхъ полосокъ, образуемыхъ этими лучами въ интерферометрѣ.

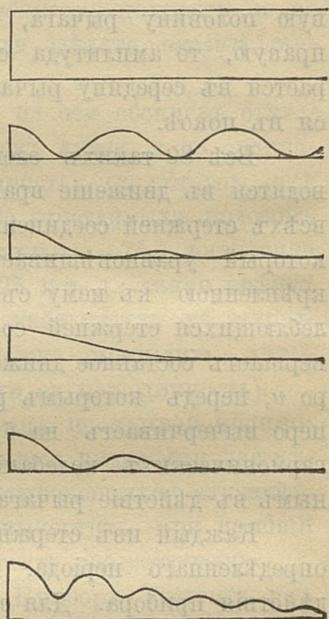
Въ 1-й строкѣ (фиг. 7). представлена спектральная линія, т. е. пучекъ совершенно однородныхъ лучей; въ анализаторѣ только одинъ стержень отставленъ отъ середины рычага,

всѣ же остальные стержни упираются въ середины своихъ рычаговъ.

Во 2-й строкѣ двѣ близкія спектральныя линіи, т. е. пучекъ лучей двухъ близкихъ сортовъ; въ анализаторъ взяты два близкихъ стержня.



Фиг. 7.



Фиг. 8.

Въ 3-й строкѣ спектральная полоска съ равномѣрнымъ распредѣленіемъ свѣта, т. е. пучекъ непрерывнаго ряда лучей одинаковой яркости; въ анализаторѣ взято нѣсколько стержней подъ-рядъ, одинаково отставленныхъ отъ серединъ рычаговъ.

Въ 4-й строкѣ спектральная полоска болѣе яркая по серединѣ, чѣмъ по краямъ; въ анализаторѣ взято нѣсколько стержней подъ-рядъ, разстоянія коихъ отъ середины рычаговъ сначала возрастаютъ, а затѣмъ убываютъ.

Въ 5-й строкѣ двѣ такихъ спектральныхъ полосокъ одинаковой яркости.

Въ 6-й строкѣ двѣ спектральныхъ полоски различной яркости.

Волнообразныя кривыя, вычерчиваемыя въ гармоническомъ анализаторѣ, прямо даютъ кривыя видимости. Дѣйствительно, такъ какъ ординаты нашихъ волнообразныхъ линій опредѣляютъ яркость въ соотвѣтственномъ мѣстѣ поля зрѣнія, то вершины этой линіи соотвѣтствуютъ свѣтлымъ полоскамъ, а точки ея пересѣченія оси абсциссъ—темнымъ полоскамъ.

Опредѣляя видимость въ данномъ мѣстѣ поля, какъ разностей яркости двухъ сосѣднихъ полосокъ--свѣтлой и темной, ясно, что ординаты вершинъ нашихъ волнообразныхъ кривыхъ суть ординаты соотвѣтствующихъ линій видимости, и что послѣднія получаются, если вершины нашихъ волнообразныхъ кривыхъ соединить непрерывными линіями. Кривыя видимости для случаевъ фиг. 7 представлены на фиг. 8.

Однороднымъ лучамъ, дающимъ въ спектрѣ одну линію, соотвѣтствуетъ кривая видимость въ формѣ горизонтальной прямой: интерференціонныя полоски получаются всегда одинаковой отчетливости, какова бы разница ходовъ ни была. Лучи, которые даютъ въ спектрѣ одну полоску, обусловливаютъ въ интерферометрѣ видимость, убывающую по показательному закону. Лучи, дающіе въ спектрѣ двѣ близкихъ и одинакихъ полоски, обусловливаютъ видимость, сначала быстро падающую, затѣмъ возрастающую и скоро исчезающую. Лучи, дающіе въ спектрѣ двѣ близкихъ полоски, изъ коихъ одна ярче другой, соотвѣтствуютъ видимости, которая періодически возрастаетъ и убываетъ.

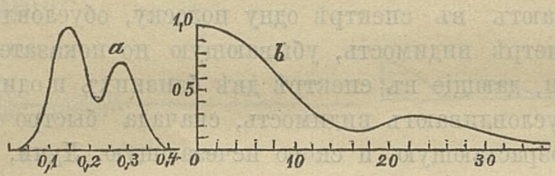
10. Часто встрѣчается надобность имѣть пучекъ однородныхъ лучей. Какой же источникъ свѣта даетъ такіе лучи? Можно думать, что когда тѣло находится подъ атмосфернымъ давленіемъ его частицы не могутъ колебаться совершенно свободно и испытываютъ посторонnія вліянія, которыя возмущаютъ ихъ колебанія; подобные источники свѣта даютъ въ спектрѣ не линіи, а болѣе или менѣе широкія полосы; линейчатые спектры даютъ только вещества, находящіяся подъ крайне малымъ давленіемъ, напр. въ разрядныхъ трубкахъ (гдѣ давленіе въ нѣсколько тысячныхъ атмосферы); пропуская электрическій разрядъ чрезъ такую трубку, получается требуемый источникъ свѣта; иногда трубка свѣтитъ при обыкновенной температурѣ (пары ртути), иногда же ее надо предварительно нагрѣть (пары цинка и кадмія).

Такія трубки даютъ все-таки разнородные лучи; но если онѣ даютъ отдѣльные пучки разнородныхъ лучей, то съ помощью призмы ихъ можно раздѣлить и такимъ образомъ выдѣлить одни близкіе между собою лучи, соотвѣтствующіе одной спектральной линіи.

Послѣ этого все дѣло сводится къ тому, чтобы вышедшіе изъ спектроскопа „однородные“ лучи изслѣдовать интерферометромъ и рѣшить насколько они въ дѣйствительности однородны.

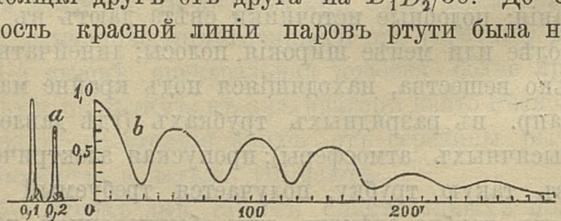
Въ интерферометрѣ плоскость P (фиг. 5), устанавливается параллельно зеркалу M, и приборъ освѣщается испытуемыми лучами, выходящими изъ спектроскопа; въ интерферометрѣ получаются концентрическія кольца. Если теперь непрерывно отодвигать одно изъ зеркалъ, то видимость этихъ колецъ будетъ измѣняться. Надо составить кривую видимости и сравнить съ кривыми черт. 8.

На фиг. 9 представлена кривая видимости для красныхъ лучей паровъ ртути; въ началѣ, гдѣ разность путей обоихъ



Фиг. 9.

лучей равна нулю, видимость наибольшая; съ увеличеніемъ разности путей видимость сперва убываетъ, достигаетъ минимума, возрастаетъ, достигаетъ максимума, послѣ чего вновь падаетъ и скоро исчезаетъ. Такъ какъ въ данномъ случаѣ кривыя видимости всего ближе подходятъ къ кривой 5 или 6 (фиг. 8), то заключаемъ, что красные лучи паровъ ртути даютъ двѣ линіи, отстоящія другъ отъ друга на $D_1D_2/50$. До сихъ поръ двойственность красной линіи паровъ ртути была неизвѣстна.

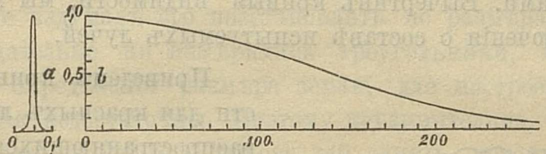


Фиг. 10.

На фиг. 10 показана кривая видимости для желтыхъ лучей натрія; кривая періодична и близка къ типу 2; слѣдо-

вательно соотвѣтствующее распредѣленіе свѣта должно изображаться кривою, представленною слѣва на нашемъ чертежѣ.

На фиг. 11 показана кривая видимости для красныхъ лучей кадмія; кривая, не представляя періодичности, всего ближе подходитъ къ типу 3; слѣдовательно и распредѣленіе



Фиг. 11.

свѣта въ спектрѣ этихъ лучей должно представляться кривою, изображенною слѣва. Кривая видимости тянется на протяженіи 200 mm. разности путей или 400000 волнъ! Поэтому и кривая распредѣленія свѣта ограничиваетъ очень узкую полоску въ $D_1D_2/1000$. Все это указываетъ на идеальную однородность красныхъ лучей кадмія.

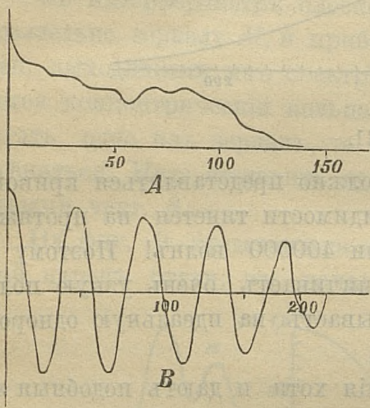
Зеленые и синіе лучи кадмія хотя и даютъ подобныя же кривыя видимости, но съ замѣтною періодичностью; это указываетъ, что соотвѣтствующія спектральныя линіи двойныя, изъ коихъ одна, впрочемъ, гораздо ярче другой.

11. Изъ предыдущаго ясно, что интерферометръ долженъ быть особенно удобенъ для изслѣдованія явленія Зеемана (Физ. Обозр. т. 2, 1901 г., стр. 284). Это явленіе, какъ извѣстно, состоитъ въ томъ, что, когда вокругъ источника свѣта развито сильное магнитное поле, по направленію этого поля каждый лучъ дѣлится на два поляризованныхъ по кругамъ въ разныя стороны, а поперекъ поля каждый лучъ дѣлится на три поляризованныхъ—крайніе вертикально, а средній—горизонтально.

Такимъ образомъ однородные лучи, идущіе поперекъ магнитнаго поля, должны давать въ спектрѣ три линіи. Но иногда эти линіи такъ близки между собою, что даже въ самые сильные спектроскопы онѣ не видны раздѣльно; въ такомъ случаѣ надо прибѣгнуть къ интерферометру.

Представимъ себѣ, что источникъ свѣта помѣщается въ сильномъ магнитномъ полѣ и лучи, идущіе поперекъ поля, направляются въ интерферометръ; если получаемыя въ немъ по-

лоски разсматривать чрезъ николь, то, повертывая послѣдній, мы можемъ устранить горизонтально поляризованные лучи или устранить вертикально поляризованные лучи; въ первомъ случаѣ мы будемъ видѣть только интерференціонныя кольца, даваемыя горизонтально поляризованными лучами, а во второмъ— интерференціонныя кольца, даваемыя вертикально поляризованными лучами. Вычертивъ кривыя видимости, мы можемъ сдѣлать заключенія о составѣ испытуемыхъ лучей.



Фиг. 12.

Приведемъ кривыя видимости для красныхъ лучей кадмія, распространяющихся поперекъ магнитнаго поля; на фиг. 12 вверху представлена кривая видимости этихъ лучей, поляризованныхъ горизонтально, а внизу—кривая видимости для тѣхъ же лучей, поляризованныхъ вертикально. Первая кривая, не представляя періодичности, всего ближе подходитъ къ типу 4 и потому соотвѣтствуетъ однороднымъ лучамъ, которые въ спектрѣ даютъ одну линію; вторая кривая періодична и потому соотвѣтствуетъ двумъ пучкамъ близкихъ лучей, которые въ спектрѣ даютъ двѣ близкія линіи. Соотвѣтствующія распредѣленія свѣта въ спектральныхъ линіяхъ напоминаютъ типъ 5 или 6.

IV. Свѣтовая волна, какъ эталонъ длины.

12. Уже давно сознавалась потребность относить измѣренія къ естественнымъ единицамъ. Такъ еще въ 1670 г. Мутонъ предлагалъ за единицу длины принять длину минуты земного меридіана; подобное же предложеніе дѣлалъ и Кассини. Идея эта была осуществлена при созданіи метрической системы.

Но имѣетъ-ли метръ какое-нибудь опредѣленное отношеніе къ размѣрамъ земли?

На случай потери ярда англійскій парламентъ закономъ 17 іюня 1824 г. предписывалъ возстановить его по слѣдующему правилу: маятникъ, отбивающій секунды въ пустотѣ, на широтѣ

Лондона и при уровнѣ моря, относится къ ярду, какъ 39·1393 къ 36·11. Однако, когда въ 1834 г. сгорѣлъ парламентъ и образцы ярда погибли, никто не подумалъ слѣдовать приведенному закону (къ тому же признанному невѣрнымъ) и образецъ ярда былъ возстановленъ по разысканнымъ копіямъ. Нѣтъ сомнѣнія, что и въ случаѣ утраты или порчи архивнаго метра никто бы не вздумалъ его возстановлять по размѣрамъ земли. Какъ бы тщательно ни измѣрялись треугольники, предназначенные для опредѣленія размѣра земли, для построенія метра, эти измѣренія недостаточны. Поэтому неудивительно, что метръ приблизительно на 0·1 mm. короче той длины, которую желали осуществить. Хотя это обстоятельство было извѣстно во время собранія международной комиссіи 1872 г., она—подобно британской 1834 г.—не обратилась къ теоретическому опредѣленію и рѣшила руководствоваться эталонами.

Итакъ, два наиболѣе компетентныхъ собранія оказались въ противорѣчіи съ намѣреніями первоначальныхъ законодателей, и потому ясно, что мысль принять единицу длины въ зависимости отъ размѣровъ земли не соотвѣтствуетъ болѣе современному состоянію метрологіи.

Между тѣмъ нельзя отдѣлаться отъ опасенія, чтобы металлы, даже наиболѣе устойчивые, съ теченіемъ времени не испытывали такихъ измѣненій, которыя превосходятъ наименьшія изъ доступныхъ измѣренію величинъ.

Гдѣ же въ природѣ та постоянная и неизмѣняемая длина, съ которою мы могли бы сравнивать наши эталоны?

Размѣры земли, вслѣдствіе ея непрерывнаго охлажденія, едва-ли можно считать неизмѣнно постоянными; да и измѣреніе ихъ сопряжено съ такими трудностями, которыя не позволяютъ достичь требуемой точности.

Между тѣмъ такая длина существуетъ именно въ видѣ свѣтовой волны. „Лучъ свѣта, писалъ Физо, съ своимъ рядомъ чрезвычайно мелкихъ, но абсолютно правильныхъ волнъ, можетъ считаться природнымъ совершеннѣйшимъ микрометромъ, особенно пригоднымъ для измѣренія длины".

Завися лишь отъ свойства колеблющихся атомовъ и всемірнаго эѳира, свѣтовая волна по всей вѣроятности есть одна изъ наиболѣе постоянныхъ величинъ природы, и потому ее можно принять за эталонъ длины. Правда, такіе эталоны очень

мелки (около 1/2000 mm.), но они имѣютъ свои преимущества: 1) эти эталоны абсолютно неизмѣняемы; 2) эти эталоны могутъ складываться одинъ съ другимъ безъ всякой ошибки (десять волнъ ровно въ десять разъ длиннѣе одной); эти эталоны всегда можно воспроизвести во всякой лабораторіи независимо отъ матеріальнаго эталона.

Свѣтовой лучъ можно слѣдовательно считать линейкою съ совершеннѣйшими дѣленіями, но *безъ мѣтокъ*, и это-то послѣднее обстоятельство не позволяетъ пользоваться лучомъ для нашихъ цѣлей иначе, какъ при посредствѣ довольно сложныхъ пріемовъ.

Въ 1894 г. международное бюро мѣръ и вѣсовъ (въ Севрѣ) рѣшило сравнить образцовый метръ съ длиною свѣтовой волны. Эта работа была выполнена Майкельсономъ и Бенуа.

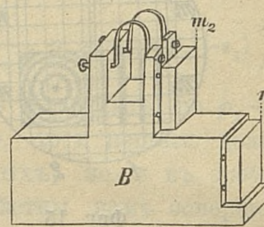
Изслѣдователи приняли такой планъ рѣшенія своей задачи. Въ интерферометръ помѣщаютъ эталонъ длины, снабженный зеркалами на концахъ; одно изъ этихъ зеркалъ помѣщается на мѣсто зеркала M (фиг. 5), и ему параллельно устанавливалась плоскость P, такъ что въ приборѣ, получаются концентрическія кольца; затѣмъ эталонъ передвигаютъ на разстояніе равное его длинѣ; при этомъ считаютъ исчезающія кольца и такимъ образомъ эталонъ измѣряется числомъ свѣтовыхъ волнъ, укладывающихся на его длинѣ. Затѣмъ эталонъ сравниваютъ съ образцовымъ метромъ.

Для такого измѣренія прежде всего нужно имѣть источникъ очень однородныхъ лучей; пары кадмія, какъ мы видѣли (§ 11), удовлетворяютъ этому условію; съ красными лучами кадмія можно дѣлать опыты при разности путей въ 200 mm.; казалось бы, что съ такими лучами можно было бы измѣрить эталонъ въ 10 cm.; но считать число колецъ (около 200 тысячъ), которыя исчезаютъ, когда воздушный слой утолщается на 10 cm., чрезвычайно затруднительно, просто даже невозможно. Поэтому рѣшено было измѣрять въ свѣтовыхъ волнахъ болѣе короткій эталонъ (около 0·390625 mm.), который затѣмъ сравнивался съ эталономъ въ 10 cm., а этотъ послѣдній уже сравнивался съ образцовымъ метромъ.

Съ этою цѣлью было изготовлено девять эталоновъ, изъ которыхъ каждый имѣлъ длину вдвое меньшую предыдущаго; они были размѣчены римскими цифрами IX, VIII,...; вотъ ихъ приблизительные размѣры:

$$IX = 10 \text{ cm.}, \quad VIII = 10.2^{-1}, \quad VII = 10.2^{-2}, \ldots$$
$$I = 10.2^{-8} \text{ cm.} = 0{\cdot}390625 \text{ mm.}$$

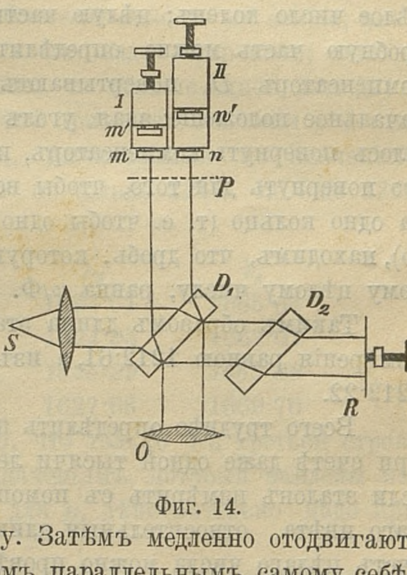
Каждый эталонъ состоялъ изъ металлическаго бруска B (фиг. 13); два зеркала m_1 и m_2 (посеребреныхъ спереди стекла) прижимались пружинками къ установочнымъ винтамъ, съ помощью коихъ зеркала весьма точно устанавливались или параллельно между собою, или нѣсколько наклонно одно къ другому; зеркало m_2 находилось выше зеркала m_1. Разстояніе между этими зеркалами и представляло длину эталона.



Фиг. 13.

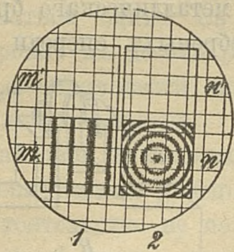
Въ длинѣ эталона вообще укладывается цѣлое число волнъ и кромѣ того часть волны; поэтому и измѣреніе эталона распадается на двѣ части: 1) на измѣреніе цѣлаго числа волнъ и 2) на измѣреніе части волны. Первая изъ этихъ операцій несравненно труднѣе второй.

Измѣреніе эталона I. Въ рефрактометрѣ рядомъ съ эталономъ I помѣщался эталонъ II (фиг. 14). Въ полѣ зрѣнія были видны всѣ четыре зеркала этихъ эталоновъ m, m', n и n', покрытыя сѣткою—изображеніемъ тѣхъ линій, которыя нарѣзаны на поверхности зеркала R. Эталонъ I помѣщался такъ, чтобы на зеркалѣ m появились прямыя полоски съ центральною на одной изъ линій сѣтки, а эталонъ II помѣщался такъ, чтобы на зеркалѣ n появились кольца (фиг. 15); тогда вспомогательная плоскость P параллельна зеркалу m и пересѣкаетъ зеркало n по линіи, проходящей чрезъ центральную полоску. Затѣмъ медленно отодвигаютъ зеркало R (остающееся при этомъ параллельнымъ самому себѣ), пока прямыя полоски не появятся на заднемъ зеркалѣ m' эта-

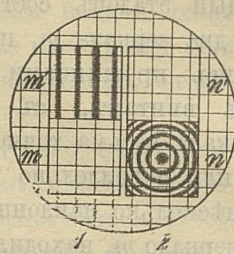


Фиг. 14.

лона I (фиг. 16) и центральная полоска не помѣстится на той же линіи сѣтки; понятно, что тогда плоскость P пересѣкаетъ



Фиг. 15.



Фиг. 16.

зеркало m', т. е. передвинулась на разстояніе, равное длинѣ эталона I. Во время отодвиганія зеркала R кольца въ зеркалѣ n', постепенно суживаясь, исчезаютъ; если сосчитать число исчезающихъ при этомъ колецъ (т. е. проходящихъ чрезъ одну изъ точекъ сѣтки), то мы будемъ знать длину эталона I въ длинахъ свѣтовой волны. Если въ концѣ операціи кольца занимаютъ относительно сѣтки то же положеніе, какъ и въ началѣ, то чрезъ визируемую точку поля зрѣнія прошло цѣлое число колецъ; если въ концѣ операціи кольца занимаютъ иное положеніе, чѣмъ въ началѣ, то чрезъ визируемую точку прошло нецѣлое число колецъ; цѣлую часть этого числа мы сосчитали, а дробную часть можно опредѣлить компенсаторомъ. Для этого компенсаторъ D_2 повертываютъ такъ, чтобы кольца приняли начальное положеніе; зная уголъ φ, на который при этомъ пришлось повернуть компенсаторъ, и зная уголъ Φ, на который надо его повернуть для того, чтобы всю систему колецъ передвинуть на одно кольцо (т. е. чтобы одно кольцо заняло мѣсто сосѣдняго), находимъ, что дробь, которую надо прибавить къ сосчитанному цѣлому числу, равна φ/Φ.

Такимъ образомъ длина эталона I была найдена изъ одного измѣренія равною 1212·61, а изъ другого — 1211·83; въ среднемъ 1212·22.

Всего труднѣе опредѣлить цѣлую часть искомаго числа, ибо при счетѣ даже одной тысячи легко сдѣлать ошибку. Впрочемъ если эталонъ измѣрить съ помощью нѣсколькихъ лучей различнаго цвѣта, относительныя длины волнъ коихъ извѣстны, то счетъ цѣлаго числа можно провѣрить и, если нужно, поправить.

Дѣйствительно, пусть съ лучами, длина волнъ коихъ λ_1, λ_2, λ_3 и λ_4, мы нашли, что въ эталонѣ длины, укладывается

$p_1+\varepsilon_1$, $p_2+\varepsilon_2$, $p_3+\varepsilon_3$ и $p_4+\varepsilon_4$ волнъ, гдѣ p означаютъ цѣлыя числа и ε—дробныя; тогда

$$l=(p_1+\varepsilon_1)\,\lambda_1=(p_2+\varepsilon_2)\,\lambda_2=(p_3+\varepsilon_3)\,\lambda_3=(p_4+\varepsilon_4)\,\lambda_4,$$

откуда можемъ написать:

$$p_2+\varepsilon_2=(p_1+\varepsilon_1)\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\,,\; p_3+\varepsilon_3=(p_1+\varepsilon_1)\frac{\lambda_1}{\lambda_3}\,,\; p_4+\varepsilon_4=(p_1+\varepsilon_1)\frac{\lambda_1}{\lambda_4}\,.$$

Слѣдовательно $p_2+\varepsilon_2$, $p_3+\varepsilon_3$,... можно вычислить по $p_1+\varepsilon_1$; если послѣднее число опредѣлено вѣрно, то и первыя должны вычисляться вѣрно не только въ цѣлыхъ, но и въ *дробныхъ частяхъ;* эти дробныя части уже извѣстны намъ совершенно независимо отъ опредѣленія цѣлыхъ частей; именно при измѣреніи эталона I съ помощью компенсатора было найдено

$$\varepsilon_1=0{\cdot}35,\; \varepsilon_2=0{\cdot}79,\; \varepsilon_3=0{\cdot}17,\; \varepsilon_4=0{\cdot}53$$

для лучей, длины волнъ коихъ (въ микронахъ)

$$\lambda_1=0{\cdot}64389,\; \lambda_2=0{\cdot}50863,\; \lambda_3=0{\cdot}48000,\; \lambda_4=0{\cdot}46789.$$

Въ опытѣ съ лучами λ_1 было сосчитано цѣлое число 1212 $(=p)$.

Слѣдовательно, принимая $p_1+\varepsilon_1=1212{\cdot}35$, находимъ, что $p_2+\varepsilon_2=1212{\cdot}35.0{\cdot}64389\,/\,0{\cdot}50863$ и т. д. Въ вычисленныхъ такимъ образомъ числахъ *дроби должны равняться или быть близки къ тѣмъ, которыя непосредственно найдены изъ опыта;* иначе число p_1 сосчитано невѣрно и его надо исправить; ошибка, конечно, не можетъ быть велика, не больше одной или двухъ единицъ. Въ слѣдующей табличкѣ приведены значенія $p+\varepsilon$ для различныхъ лучей λ_2, λ_3 и λ_4, вычисленныя по значеніямъ $p_1+\varepsilon_1$, при чемъ для p_1 взято не только 1212, но еще 1210, 1211, и 1213.

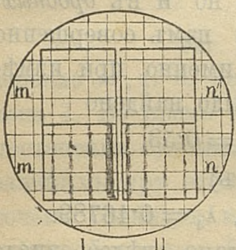
λ_1	λ_2	λ_3	λ_4
1210·35	1532·22	1623·61	1665·63
1211·35	1533·48	1624·95	1667·01
1212·35	*1534·75*	*1626·29*	*1668·38*
1213·35	1536·02	1627·63	1669·76

Изъ этой таблички видно, что только въ третьей строкѣ дроби очень близки къ тѣмъ значеніямъ, которыя найдены изъ прямого опыта; слѣдовательно для p_1 дѣйствительно надо принять значеніе 1212.

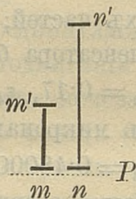
Помножая числа третьей строки на соотвѣтствующія значенія $\lambda/2$, находимъ, что длина эталона I равняется 0·389762 mm.

Сравненіе эталоновъ. Всѣ эталоны сравниваются между собою: I со II, II съ III,... VIII съ IX слѣдующимъ способомъ.

Эталоны I и II опять располагаются, какъ показано на фиг. 14; при этомъ длинный эталонъ неподвиженъ, а болѣе короткій можетъ продольно перемѣщаться (микрометреннымъ винтомъ); оба нѣсколько наклонены въ одну сторону къ вспомогательной плоскости *P*; освѣщаютъ бѣлыми лучами. Производятъ слѣдующія операціи:

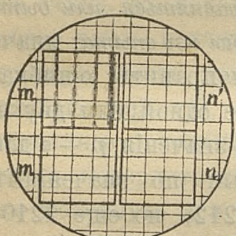


Фиг. 17.

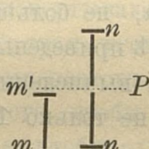


Фиг. 17а.

1) Зеркало *R* и эталоны располагаютъ такъ, чтобы на обоихъ переднихъ зеркалахъ *m* и *n* получились прямыя полоски, изъ коихъ центральныя (черныя) помѣстились бы на ближайшихъ къ внутреннимъ ихъ краямъ линіяхъ сѣтки (фиг. 17); тогда вспомогательная плоскость *P* пересѣкаетъ зеркала *m* и *n* по этимъ линіямъ (фиг. 17а).

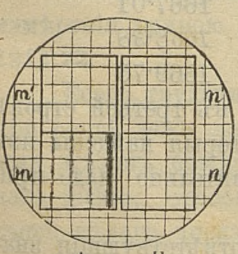


Фиг. 18.

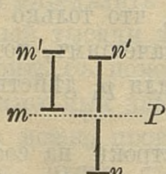


Фиг. 18а.

2) Отодвиганіемъ зеркала *R*, переносятъ полоски на заднее зеркало *m'* эталона I, такъ чтобы центральная полоска помѣщалась на прежней вертикальной линіи сѣтки (фиг. 18); тогда вспомогательная плоскость *P* пересѣкаетъ заднее зеркало эталона I, (фиг. 18а), а потому она (а слѣдовательно и зеркало *R*) передвинулась на разстояніе, равное длинѣ эталона I.



Фиг. 19.

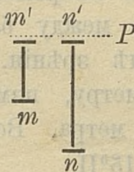


Фиг. 19а.

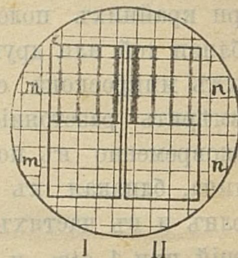
3) Отодвигаютъ малый эталонъ I до тѣхъ поръ, пока полоски вновь не появятся на его переднемъ зеркалѣ *m* (фиг. 19) и на той же вертикальной линіи сѣтки. Остававшаяся неподвижною вспомогательная плоскость *P* пересѣкаетъ теперь переднее зеркало *m* малаго эталона (фиг.

19$_a$) и, слѣдовательно, этотъ послѣдній былъ передвинутъ на разстояніе, равное его длинѣ.

4) Вторичнымъ отодвиганіемъ зеркала *R* переносятъ полоски на заднее зеркало *m'* эталона I такъ, чтобы центральная полоска помѣстилась на прежней вертикальной линіи сѣти. Слѣдовательно вспомогательная плоскость *P* теперь пересѣкаетъ зеркала *m'* (фиг. 20$_a$), т. е. зеркало *R* отодвинуто еще разъ на длину эталона I, а все перемѣщеніе плоскости *P* (а слѣдовательно и зеркала *R*) равно длинѣ эталона II, если только онъ ровно вдвое длиннѣе перваго эталона; въ такомъ случаѣ вспомогательная плоскость должна пересѣкать и зеркало *n'*, на которомъ тоже должны появляться полоски. Въ дѣйствительности, когда центральная полоска займетъ надлежащее мѣсто въ зеркалѣ *n'*, меньшій эталонъ надо дополнительно передвинуть для того, чтобы на зеркалѣ *m'* центральная полоска заняла надлежащее мѣсто; это перемѣщеніе измѣряется числомъ полосокъ, проходящихъ при этомъ чрезъ линію сѣтки.



Фиг. 20а.



Фиг. 20.

При помощи описанныхъ четырехъ операцій очень точно опредѣляется отношеніе длины эталона II къ длинѣ эталона I, а также и другихъ.

Эталонъ IX измѣрялся особенно тщательно какъ сравненіемъ съ меньшими, такъ и непосредственными опытами; вотъ числа, полученныя Майкельсономъ (M) и Бенуа (B):

	красн. λ_r	зелен. λ_v	син. λ_b
(M)	310678·48	393307·92	416735·19
(M)	310678·65	393308·10	416736·07
(B)	310678·66	393308·09	416736·02

Сравненіе метра съ эталономъ IX. Линейка въ одинъ метръ, предварительно сравненная съ эталономъ n^0 26, помѣщалась въ интерферометръ; рядомъ съ нею располагался эталонъ IX, который передвигали, какъ было объяснено выше, десять разъ подъ-рядъ; иначе говоря, эталонъ передвигался на разстояніе близкое къ одному метру, разстояніе, которое мы можемъ выразить въ числахъ волнъ красныхъ, зеленыхъ и синихъ лучей кадмія.

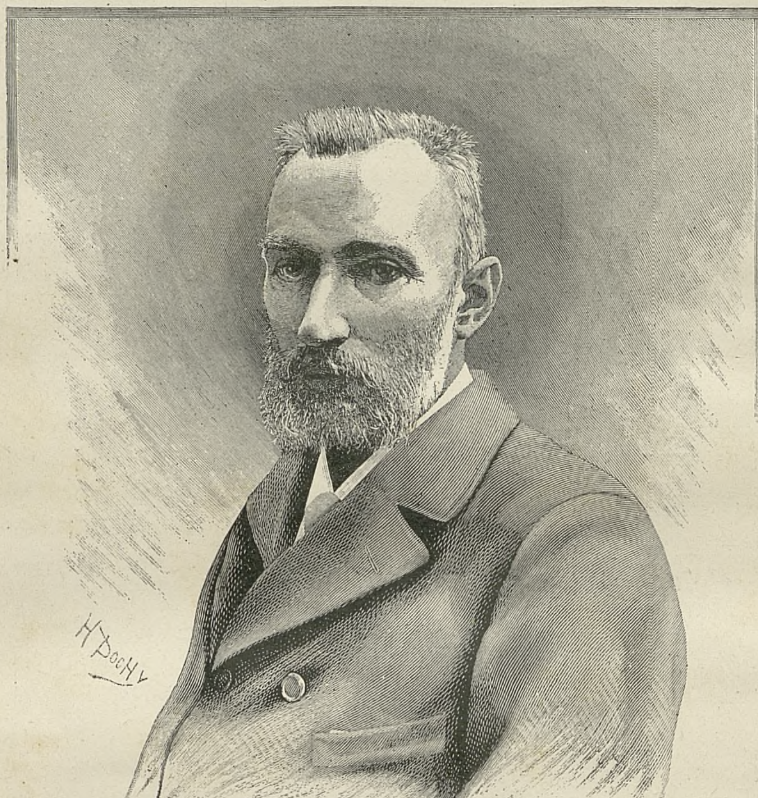
Оставалось только сравнить это полное перемѣщеніе эталона IX съ разстояніемъ между черточками самого метра. Съ этою цѣлью эталонъ IX былъ снабженъ указателемъ—поперечною черточкою; при крайнихъ положеніяхъ эталона эта черточка помѣщалась вблизи той или другой крайней черточки метра. Два неподвижныхъ микроскопа съ микрометренными окулярами позволяютъ измѣрить разстояніе между близкими черточками, видимыми одновременно въ полѣ зрѣнія. Такимъ образомъ одна и та же длина, близкая къ метру, измѣрялась въ длинахъ свѣтовыхъ волнъ и въ частяхъ метра. Вотъ результаты подобныхъ измѣреній при 1 atm. и 15°Ц.

$$1\mathrm{m} = 1553163{,}5\ \lambda_r, \qquad \lambda_r = 0{\cdot}64384722\ \mu$$
$$= 1966249{,}7\ \lambda_v, \qquad \lambda_v = 0{\cdot}50858240\ \mu$$
$$= 2083372{,}1\ \lambda_b, \qquad \lambda_b = 0{\cdot}47999107\ \mu$$

Всѣ эти цифры точны, по крайней мѣрѣ до 1/1000000.

Итакъ теперь метръ измѣренъ въ естественныхъ и неизмѣняемыхъ единицахъ съ точностью до 1 μ. Повтореніе подобныхъ измѣреній въ болѣе или менѣе далекомъ будущемъ укажетъ намъ измѣненія, которыя съ теченіемъ времени могутъ произойти въ международномъ метрѣ.

Кіевъ, Январь 1906.



Пьеръ Кюри.

(1859—1906).

Памяти Пьера Кюри

Г. Г. Де-Метцъ.

I. *Первый періодъ дѣятельности П. Кюри.*

Чрезъ всю жизнь этого замѣчательнаго ученаго и рѣдкаго человѣка проходитъ одна отличительная черта—крайняя скромность. Это свойство было до того доминирующимъ въ его духовномъ обликѣ, что теперь даже трудно найти о немъ достаточныя біографическія данныя. Только огромное количество разнообразныхъ и превосходно исполненныхъ работъ свидѣтельствуютъ о богатствѣ его ума и настойчивости его характера. И по нимъ, какъ по памятникамъ, можно отмѣтить главные этапы въ жизни и дѣятельности П. Кюри.

Пьеръ Кюри родился въ Парижѣ 15 марта 1859 г. Отецъ его, живущій и понынѣ, былъ практическимъ врачемъ. Повидимому онъ едва стягивалъ концы съ концами и только съ трудомъ могъ дать правильное образованіе своимъ дѣтямъ; зато онъ богато одарилъ ихъ духовными сокровищами и воспиталъ въ нихъ настойчивость въ работѣ и любовь ко всему истинному и прекрасному. На этой почвѣ выросла нѣжная привязанность членовъ семьи Кюри къ старику отцу и другъ къ другу. Особенно яркой оказалась дружба между братьями Жакомъ и Пьеромъ. Это чувство не только связывало ихъ дѣтство и юношество, но оно сохранилось у нихъ и въ зрѣлые годы, когда они въ теченіе многихъ лѣтъ работали вмѣстѣ надъ явленіями піэзоэлектричества въ кристаллахъ. Настойчивая работа, пытливость мысли и научная самостоятельность скоро открыли имъ высшее положеніе въ обществѣ: Жакъ Кюри сталъ профессоромъ минералогіи въ Монпелье, а Пьеръ Кюри пріобрѣлъ всемірную извѣстность.

Намъ мало извѣстно о раннихъ годахъ П. Кюри. Высшее образованіе онъ получилъ въ Сорбоннѣ, на физико-математическомъ факультетѣ, гдѣ онъ уже сразу обнаружилъ рѣдкое прилежаніе и недюжинныя способности. По окончаніи университета въ 1883 г. онъ получилъ скромное мѣсто лаборанта въ Муниципальной Парижской школѣ физики и химіи. Въ 1895 г. онъ защитилъ диссертацію „О магнитныхъ свойствахъ тѣлъ при разныхъ температурахъ" на степень доктора физики, послѣ чего сталъ въ этой же школѣ профессоромъ. Такимъ образомъ онъ въ ней провелъ весь первый періодъ своей дѣятельности и за это время подготовилъ открытіе радія. Это скромное, но по своимъ воспоминаніямъ дорогое для него мѣсто, онъ оставилъ съ сожалѣніемъ, когда ему было предложено въ 1900 г. почетное мѣсто профессора въ Сорбоннѣ. Онъ любилъ свою школу, которая давала ему достаточно досуга для личныхъ изслѣдованій, и школа отвѣчала ему тѣми же чувствами: его ученики охотно помогали ему въ его сложныхъ и кропотливыхъ изслѣдованіяхъ, предшествовавшихъ и сопровождавшихъ открытіе радія. Успѣхи и нравственный обликъ учителя воодушевляли отзывчивыхъ учениковъ.

Отношенія П. Кюри къ людямъ были вообще замѣчательны; онъ исполнилъ множество своихъ ученыхъ работъ въ сообществѣ съ другими, то какъ руководимый, то какъ руководитель. Ему принадлежали симпатіи людей неизмѣнно, выступалъ ли онъ въ роли ученика, или въ роли учителя. Дольше всего онъ проработалъ вмѣстѣ съ братомъ Жакомъ. За время съ 1880 по 1889 г. они исполнили очень много работъ по піэзоэлектричеству, по электрическому расширенію и сжатію кристалловъ, по выдѣленію электричества при давленіи на турмалинъ и т. д. Въ числѣ участниковъ его работъ за періодъ съ 1880 по 1905 годъ мы встрѣчаемъ имена: Дезена, Блондло, Бемона, Саньяка, Дебіерна, Г. Беккереля, Данна, Лаборда, Дюара, Шенево, Бальтазара, Бушара! Нужно ли прибавлять къ этому, что послѣ его женитьбы на Маріи Складовской, дочери преподавателя физики въ Варшавѣ, ея имя чаще другихъ стояло рядомъ съ именемъ П. Кюри.

Остановимся немного на работахъ П. Кюри, сдѣланныхъ имъ до открытія радія, когда онъ добровольно и такъ охотно оставался въ тѣни. Тутъ много интереснаго, и мы отмѣтимъ лишь главное, на чемъ дольше сосредоточивалось его вниманіе.

О піэзоэлектричествѣ кристалловъ мы уже сказали. Къ этому прибавимъ еще: опредѣленіе длинъ волнъ тепловыхъ лучей при низкихъ температурахъ (1880); о повтореніяхъ и симметріи (1885); образованіе кристалловъ и капиллярная постоянная ихъ плоскостей (1885); замѣчанія о сокращенномъ уравненіи фанъ-деръ-Ваальса (1891); замѣчанія относительно элементовъ физической кристаллографіи (1893); изслѣдованіе электропроводности твердыхъ діэлектриковъ (1893); о симметріи въ физическихъ явленіяхъ и о симметріи электрическаго и магнитнаго поля (1894); возможность существованія магнитной проводимости и свободнаго магнитизма (1894); магнитныя свойства тѣлъ при различныхъ температурахъ (1892—1895).

Въ этотъ же періодъ П. Кюри усовершенствовалъ и построилъ рядъ измѣрительныхъ приборовъ, а именно: трансмиссіонный динамометръ съ системою для оптическихъ измѣреній (1887); астатическій электрометръ, служащій ваттметромъ, съ Блондло (1889); точные апеdoдическіе вѣсы съ прямымъ отсчетомъ малѣйшихъ разновѣсокъ (1889); конденсаторъ съ охраннымъ кольцомъ и абсолютный электрометръ (1892).

Весь этотъ циклъ работъ былъ исполненъ П. Кюри, когда ему ничто не мѣшало отдаваться научной работѣ и научному творчеству. Онъ цѣнилъ выше всего свободу производительной работы въ лабораторіи и никогда не увлекался ни чтеніемъ лекцій, ни общественною дѣятельностью. Эту область шумнаго успѣха и громкой славы онъ охотно оставлялъ другимъ натурамъ. Но судьба рѣшила иначе, и слава сама пришла къ нему.

II. Второй періодъ жизни и дѣятельности П. Кюри.

За работою въ физической лабораторіи Муниципальной школы П. Кюри познакомился съ будущею своею женою. Знакомство это скоро перешло въ симпатію и въ 1895 г. закончилось счастливымъ бракомъ. Въ этотъ періодъ жизни онъ отдавалъ свое время научнымъ работамъ и семьѣ, состоявшей къ концу его жизни изъ нынѣ знаменитой его жены, двухъ дочерей и старика отца. Въ своей семьѣ П. Кюри находилъ не одинъ отдыхъ отъ повседневныхъ заботъ; его жена изъ ученицы скоро превратилась въ извѣстнаго физика и стала прилежнымъ его товарищемъ по лабораторной работѣ. Этотъ рѣдкій бракъ былъ

не только союзомъ любящихъ другъ друга людей, но и союзомъ двухъ ученыхъ, работающихъ въ одной области знанія. Оба супруга работали съ увлеченіемъ и изслѣдованіе за изслѣдованіемъ выходило изъ ихъ лабораторіи.

Въ 1898 году M-me Кюри опубликовала работу о лучахъ, испускаемыхъ соединеніями урана и торія, а вслѣдъ за этимъ П. Кюри съ Г. Бемономъ выпустили первую работу о радіи. Чудесныя свойства вновь открытаго вещества удвоили его энергію, и тутъ одно изслѣдованіе стало слѣдовать за другимъ, то исполненное имъ лично, то исполненное съ кѣмъ-либо совмѣстно. Такимъ образомъ въ теченіе послѣднихъ восьми лѣтъ были опубликованы слѣдующіе его мемуары: отрицательная электризація, вызванная лучами Рентгена; дѣйствіе магнитнаго поля на беккерелевскіе лучи; заряды отклоняемыхъ лучей радія; химическія дѣйствія беккерелевскихъ лучей; радіоактивность тѣхъ же лучей; отклоняемые и неотклоняемые беккерелевскіе лучи; наведенная радіемъ радіоактивность; физіологическое дѣйствіе лучей радія; произвольная отдача тепла радіемъ; эманація радія; законъ исчезновенія наведенной радіоактивности; электропроводность діэлектриковъ подъ вліяніемъ лучей радія и лучей Рентгена; изслѣдованіе газовъ, заключенныхъ въ бромистомъ радіи; эманація радія и коэффиціентъ ея диффузіи въ воздухѣ; физіологическое дѣйствіе эманаціи радія; радіоактивность газовъ, выходящихъ изъ минеральныхъ водъ.

Первыя работы П. Кюри доставили ему скромное мѣсто препаратора физики въ Муниципальной школѣ, а послѣднія принесли ему всемірную славу; почетное званіе профессора Сорбонны (1900); новую, созданную для него, каѳедру общей физики съ спеціальною лабораторіей, которую онъ недавно выстроилъ въ улицѣ Кювье (1904), и, наконецъ, кресло въ Парижской Академіи Наукъ (1905).

Если имя П. Кюри до 1898 года было мало извѣстно всему міру, то во Франціи его оцѣнили уже давно. Въ самомъ дѣлѣ, въ 1895 г. Парижская Академія присудила ему премію Планте, а въ 1901 г. она же выдала ему премію Ла Каза. Но міровая извѣстность П. Кюри и его супруги начинается съ 1903 года, когда Лондонское Королевское Общество присудило ему медаль имени Деви, одно изъ наивысшихъ отличій, какое время отъ времени можетъ выпасть на долю ученаго; въ томъ же году онъ

вмѣстѣ съ Г. Беккерелемъ получилъ денежную премію Нобеля отъ имени Стокгольмской Королевской Академіи, а жена его вмѣстѣ съ Бранли раздѣлила премію Озириса.

Всѣ эти отличія стѣсняли скромную натуру П. Кюри, но онъ принималъ ихъ, скрѣпя сердце, во имя высшихъ интересовъ французской науки, во имя успѣха самой науки и своихъ изслѣдованій. Когда же ему былъ предложенъ за его научныя заслуги орденъ Почетнаго Легіона, то онъ отклонилъ эту награду, усматривая въ ней лишь свое личное отличіе. Онъ не поколебался отклонить и 200.000 руб., которые ему предложили американцы за его первый препаратъ радія въ нѣсколько дециграмовъ вѣсомъ! Это тотъ самый препаратъ, который онъ сохранилъ для своихъ изслѣдованій и который далъ безсмертіе его имени и столько новаго для науки. Намъ удалось видѣть его въ 1900 г. во время Международнаго Физическаго конгресса въ Парижѣ; въ темной аудиторіи онъ свѣтился свѣтомъ сафира и былъ настолько ярокъ, что при свѣтѣ этого чудодѣйственнаго источника можно было легко читать книгу. Всѣмъ участникамъ этого конгресса памятна экспериментальная лекція П. Кюри о радіи, прочитанная имъ 8 августа въ Музеѣ естественной исторіи при ассистентствѣ его жены [1]).

III. *Открытіе радія и его свойства.*

19 іюня 1903 года П. Кюри былъ приглашенъ въ Лондонское Королевское Общество. Въ этотъ день онъ прочиталъ здѣсь лекцію о своихъ изслѣдованіяхъ надъ радіемъ и получилъ медаль Деви. Мы возьмемъ изъ этой лекціи два мѣста, которыя лучше всего говорятъ объ исторіи открытія радія и объ его свойствахъ [2]).

„Беккерель въ 1896 году открылъ, что уранъ и его соединенія произвольно испускаютъ радіаціи, имѣющія аналогію съ лучами Рентгена. Эти лучи оставляютъ отпечатокъ на фотогра-

---

[1]) P. Curie. Les nouvelles substances radioactives et les rayons qu'elles émettent. Rapports présentés au Congrès International de Physique réuni à Paris en 1900. T. III, p. 79.

[2]) P. Curie. Le Radium. Revue Scientifique (rose), 1904, p. 193. См. также его статью: Recherches récentes sur la Radioactivité. Archives de Genève, 1904, T. XVII, pp. 241—262, 361—389.

фической пластинкѣ и дѣлаютъ окружающій ихъ воздухъ проводникомъ электричества. Эти лучи не отражаются, не преломляются, но они проходятъ сквозь черную бумагу и тонкія металлическія пластинки.

Соединенія торія испускаютъ аналогичныя радіаціи и почти такой же силы. По имени Беккереля лучи, произвольно испускаемые нѣкоторыми тѣлами, назвали беккерелевскими, а тѣла, ихъ излучающія, радіоактивными веществами.

M-me Кюри и я открыли новыя радіоактивныя вещества, которыя находятся въ нѣкоторыхъ минералахъ въ минимальномъ количествѣ, но радіоактивность которыхъ очень значительна. Мы отдѣлили такимъ образомъ полоній, радіоактивное вещество, аналогичное по своимъ химическимъ свойствамъ съ висмутомъ, и, въ сообществѣ съ Бемономъ, радій, тѣло близкое къ барію, Дебіернъ съ тѣхъ поръ отдѣлилъ актиній, который можно причислить къ рѣдкимъ землямъ.

Полоній, радій, актиній испускаютъ радіаціи въ милліонъ разъ сильнѣе радіацій урана и торія.

Перечисливъ главныя свойства радія, будетъ вполнѣ умѣстнымъ вспомнить начало его открытія, въ которомъ г-жѣ Кюри принадлежитъ значительная часть.

Изученіе тѣлъ, содержащихъ уранъ и торій, показало, что радіоактивность есть атомное свойство, которое всюду сопровождаетъ атомъ этихъ двухъ простыхъ тѣлъ; радіоактивность сложнаго вещества вообще тѣмъ болѣе сильна, чѣмъ количество радіоактивнаго металла, содержащагося въ этомъ веществѣ, само по себѣ больше. Нѣкоторые урановые минералы: смоляная урановая руда, халколитъ, карнолитъ, имѣютъ, тѣмъ не менѣе однако, радіоактивность болѣе сильную, нежели металлическій уранъ. Мы спрашивали себя, не содержатъ ли эти вещества въ небольшомъ количествѣ какихъ-нибудь еще неизвѣстныхъ и сильно радіоактивныхъ веществъ; мы искали эти предполагаемыя вещества путемъ химическаго анализа, имѣя своею путеводною нитью радіоактивность изучаемыхъ веществъ.

Наши предположенія были провѣрены опытами; смоляная урановая руда содержитъ новыя радіоактивныя вещества, но въ рудѣ они находятся въ чрезвычайно маломъ количествѣ. Въ тоннѣ смоляной урановой руды, напр., содержится количество радія равное 1 дециграмму. При такихъ условіяхъ добываніе

радіевыхъ солей оказывается и труднымъ, и дорогимъ. Изъ тонны руды можно выработать нѣсколько килограммовъ радіоноснаго бромистаго барія, изъ котораго затѣмъ путемъ послѣдовательныхъ обработокъ можно выдѣлить бромистый радій.

Во время отдѣленія радія, Демарсе, преждевременную смерть котораго приходится оплакивать, изучалъ спектры продуктовъ, которые мы изготовляли. Это сотрудничество было намъ очень цѣнно, ибо съ самаго начала нашихъ изслѣдованій спектральный анализъ подтверждалъ наши предположенія, доказывая, что радіоактивный барій, который мы извлекли изъ урановой руды, содержалъ новый элементъ. Изученіемъ перваго спектра радія мы обязаны Демарсе.

Радій обладаетъ очень чувствительной спектральной реакціей, столь же чувствительной, какъ и барій; въ спектроскопѣ можно обнаружить присутствіе радія въ радіоносной соли барія, содержащей лишь 1/10000 радія. Но радіоактивность радія даетъ реакцію въ 10000 разъ болѣе чувствительную.

Обыкновенный, хорошо уединенный, электрометръ даетъ возможность легко обнаружить присутствіе радія, когда онъ примѣшанъ къ неактивнымъ веществамъ въ количествѣ одной стомилліонной.

Радій есть высшій гомологъ барія въ серіи щелочно-земельныхъ металловъ; его атомный вѣсъ, равный 226, былъ опредѣленъ г-жею Кюри.

Хотя этотъ элементъ очень близокъ барію, тѣмъ не менѣе въ обыкновенныхъ рудахъ барія нельзя найти даже его слѣдовъ. Радій сопровождаетъ барій лишь въ урановыхъ рудахъ; по всей вѣроятности этотъ фактъ имѣетъ большое теоретическое значеніе.

Радій представляетъ собою тѣло, которое, сохраняя одно и то же состояніе, обнаруживаетъ непрерывную и довольно значительную энергію. Этотъ фактъ какъ будто противорѣчитъ основнымъ принципамъ энергетики, и чтобы избѣжать этого противорѣчія были предложены различныя гипотезы.

Изъ этихъ гипотезъ мы удержимъ двѣ, которыя были высказаны съ самаго начала изученія явленій радіоактивности.

Первая гипотеза предполагаетъ, что радій есть элементъ, находящійся въ состояніи эволюціи. Въ такомъ случаѣ слѣдуетъ признать, что эта эволюція чрезвычайно медленна, настолько медленна, что сколько-нибудь замѣтное измѣненіе даетъ о себѣ

знать лишь по прошествіи многихъ лѣтъ. Энергія, которую радій выдѣляетъ въ теченіе одного года, соотвѣтствовала бы лишь самому ничтожному измѣненію этого тѣла. А между тѣмъ естественно предположить, что энергія, участвующая въ трансформаціи атомовъ, значительна.

Вторая гипотеза предполагаетъ, что въ пространствѣ существуютъ еще неизвѣстныя и невоспринимаемыя нашими чувствами лучеиспусканія. Быть можетъ, радій обладаетъ способностью поглощать эти гипотетическіе лучи и превращать ихъ въ радіоактивную энергію.

Обѣ приведенныя нами гипотезы не противорѣчатъ другъ другу.

Послѣ того, какъ былъ сдѣланъ этотъ докладъ, Рамзай и Содди открыли новый и очень важный фактъ; эти ученые нашли, что эманація, въ то самое время, когда она исчезаетъ, превращается въ газъ гелій, присутствіе котораго могло быть обнаружено спектральнымъ анализомъ. Такимъ образомъ кажется, что здѣсь въ первый разъ приходится присутствовать при явленіи образованія элемента.

Возможно, что радій есть неустойчивый химическій элементъ и гелій есть одинъ изъ продуктовъ его дезагрегаціи".

IV. Смерть П. Кюри.

Вотъ при какихъ обстоятельствахъ случилось это непоправимое несчастіе. Около одиннадцати часовъ утра 6 (19) апрѣля Кюри оставилъ свою скромную квартиру, на бульварѣ Келлерманъ, 108, вблизи укрѣпленій, которую занималъ со своею женой, отцомъ и двумя малолѣтними дочерьми. Онъ позавтракалъ въ гостинницѣ „Ученыхъ Обществъ", на улицѣ Дантонъ, съ д-ромъ Перреномъ и нѣкоторыми изъ своихъ товарищей и друзей. Оттуда онъ отправился въ типографію Готье-Виллара, на набережную Большихъ Августиновъ, чтобы тамъ просмотрѣть оттиски сообщенія о явленіяхъ радіоактивности, которое было на дняхъ сдѣлано въ Академіи наукъ Бушаромъ и Бальтазаромъ по вопросу о дѣйствіи эманаціи радія на хромогенныя бактеріи. По случаю забастовки типографія оказалась запертой, и Кюри направился къ набережной Конти. Едва ступилъ онъ на мостовую, чтобы перейти улицу Дофина, какъ онъ замѣтилъ довольно

быстро спускавшійся на него экипажъ. Желая избѣжать опасности, Кюри бросился впередъ, вмѣсто того, чтобы вернуться назадъ. Въ этотъ именно моментъ громадный парный ломовикъ спускался съ Новаго моста на улицу Дофина, держась, конечно, правой стороны. Кюри задѣлъ лѣвую его лошадь, поскользнулся на гладкомъ отъ дождя асфальтѣ мостовой и упалъ такъ несчастливо, что голова его, коснувшись перваго лѣваго колеса, попала подъ второе. Его черепъ оказался раздробленнымъ, а остатки мозга брызнули на сосѣдніе дома. Находившійся здѣсь городовой бросился впередъ, но было уже слишкомъ поздно, Кюри былъ мертвъ. Тѣло Кюри было перевезено въ ближайшій полицейскій участокъ, гдѣ оно было опознано и гдѣ былъ составленъ соотвѣтственный актъ. Изъ него мы узнаемъ, что смерть знаменитаго физика наступила мгновенно и что онъ палъ жертвою роковой случайности и собственной неосторожности. Свидѣтельскія показанія выяснили, что раздавившая его телѣга (1800 kgr.), нагруженная 4000 kgr. военной амуниціи, двигалась вообще медленно подъ управленіемъ опытнаго кучера, Луи Монена.

Телѣга, раздавившая голову П. Кюри.

Какъ только послѣдній замѣтилъ возможность катастрофы, онъ старался остановить свою телѣгу, но напрасно, она неумолимо скользила по уклону, увлекала за собою лошадей и совершала свое роковое дѣло.

Ужасная вѣсть быстро разнеслась по Парижу. Президентъ республики, члены Академіи, друзья и знакомые, всѣ спѣшили выразить свои соболѣзнованія семьѣ такъ трагически погибшаго П. Кюри. M-me Кюри не было дома до $6^1/_2$ часовъ вечера, а потому она спустя четыре часа узнала о постигшемъ ея несчастіи. Первые приступы отчаянія скоро уступили, однако, мѣсто рѣдкой рѣшимости, и когда, наконецъ, тѣло было привезено на домъ, то она никому не позволила касаться умершаго и сама совершила все погребальное убранство.

Похороны Кюри въ Со (Sceaux) гармонически закончили славную жизнь скромнаго человѣка: никакихъ церемоній, никакихъ рѣчей, никакихъ вѣнковъ, никакихъ цвѣтовъ, никакихъ оповѣщеній!

Такъ жилъ и такъ умеръ одинъ изъ тѣхъ, чье имя навсегда сохранится въ благодарной памяти человѣчества, въ комъ соединилась величайшая скромность души съ проницательностью геніальнаго ума. Его благородныя черты, полныя думъ и печали, такъ хорошо уловленныя художникомъ на приложенномъ портретѣ, всегда будутъ привлекать къ себѣ вниманіе чуткихъ людей.

Въ лицѣ П. Кюри Франція потеряла одного изъ славныхъ сыновъ; наука—одного изъ высоко-одаренныхъ мыслителей, а физика—одного изъ тѣхъ рѣдкихъ изслѣдователей, которымъ суждено пролагать въ ней новые пути и расширять ея горизонты.

Какъ физикъ онъ отличался точностью и ясностью сужденія; смѣлый въ своихъ замыслахъ, неутомимый въ своихъ трудахъ, онъ былъ сдержанъ и остороженъ въ своихъ выводахъ и не обольщался кажущеюся красотою модныхъ гипотезъ.

Кюри умеръ, но мысли его не умрутъ. Его преждевременная смерть послужитъ лишь толчкомъ къ новымъ работамъ, для окончательной разгадки таинственныхъ свойствъ радія и сопутствующихъ ему явленій. Когда вѣрная его подруга придетъ въ себя отъ всего пережитого ею ужаса, она первая станетъ продолжать завѣщанное ей судьбою дѣло, а всѣ тѣ, которые цѣнили въ лицѣ умершаго свѣточа французской культуры, помогутъ ей исполнить ея долгъ передъ дорогимъ ея памяти товарищемъ и передъ осиротѣвшею наукою.

Кіевъ, Май 1906 г.

Памяти Пьера Кюри.

Г. Пуанкаре [1]).

„Вы знаете всѣ, какой ужасный случай отнялъ у насъ одного изъ нашихъ самыхъ знаменитыхъ и уважаемыхъ собратьевъ, одного изъ самыхъ молодыхъ, одного изъ тѣхъ, на комъ французы, ревнивые къ славѣ своего отечества, основывали свои широкія и долгія надежды. Увы! Всѣ эти надежды, всѣ тѣ истины, которыя готовы были пробудиться въ ближайшемъ будущемъ, столько глубокой и плодотворной мысли нелѣпый случай уничтожилъ вдругъ.

Кюри вносилъ въ изученіе физическихъ явленій то невѣдомое тонкое чувство, которое приводило его къ разгадкѣ неподозрѣваемыхъ аналогій и позволяло ему оріентироваться среди лабиринта сложныхъ признаковъ, въ которыхъ другіе легко могли заблудиться. Эти качества его души обнаружились уже въ его первыхъ работахъ. Въ началѣ своей научной дѣятельности онъ изучалъ піезоэлектрическія явленія въ кварцѣ, и вѣроятно уже эти изслѣдованія привлекли его вниманіе на природу симметріи въ кристаллахъ и привели его къ оригинальнымъ и глубокимъ взглядамъ на развитіе кристаллическихъ формъ. Послѣ этого онъ съ тѣмъ же успѣхомъ занимался магнитизмомъ и діамагнитизмомъ и причинами, отъ которыхъ зависитъ ихъ измѣненіе.

Эти первыя изслѣдованія принесли ему удивленіе нѣсколькихъ авторитетныхъ физиковъ, но такъ какъ Кюри любилъ оставаться въ тѣни, то публикѣ его имя было неизвѣстно. Но вдругъ его имя стало знаменитымъ. Онъ открылъ радій, рѣдкое тѣло, собранное съ большими трудами въ количествѣ нѣсколькихъ граммовъ, но обладающее въ этомъ маломъ вѣсѣ невѣроятнымъ количествомъ энергіи. Казалось, что радій опровергалъ

---

[1]) Рѣчь, произнесенная академикомъ H. Poincaré въ засѣданіи Парижской Академіи Наукъ 23 апрѣля 1906 года.

всѣ наши познанія о матеріи, и многіе спрашивали и еще спрашиваютъ теперь, не есть ли этотъ новый металлъ источникъ вѣчнаго движенія или первый примѣръ превращенія элементовъ, о которомъ мечтали алхимики.

Результаты эти, ослѣпительные для публики, становятся еще болѣе драгоцѣнными для тѣхъ, кто знаетъ какимъ долгимъ терпѣніемъ и какою удивительною проницательностью они были куплены. Высокія, вполнѣ заслуженныя награды, удвоили популярность Кюри, и скромный человѣкъ вдругъ и вопреки себѣ сталъ моднымъ. Слава нашла его въ тѣни, въ которой онъ добровольно скрывался. Въ его глазахъ шумная извѣстность была лишь скучнымъ эпизодомъ, мѣшавшимъ ему работать и отдыхать, но онъ чувствовалъ, что его слава озаряла своими лучами и дорогую ему Францію.

Вы знаете, какъ пріятны и какъ прочны были его отношенія, вы знаете, какимъ тонкимъ очарованіемъ вѣяло отъ его кроткой скромности, отъ его чистосердечной прямоты, отъ его тонкаго ума, и нельзя было думать, чтобы эта мягкость скрывала непримиримую душу. Онъ не поступался благородными принципами, въ которыхъ былъ воспитанъ; онъ держался нравственнаго идеала абсолютной искренности, быть можетъ слишкомъ высокаго для міра, въ которомъ мы живемъ.

Въ траурѣ, въ который мы всѣ повергнуты, наша мысль направляется къ той чудной женщинѣ, которая была для него не только преданной подругою жизни, но и драгоцѣннымъ сотрудникомъ. Сотрудничество, въ которомъ естественныя качества мужчины и женщины такъ счастливо соединились, было, очевидно обмѣномъ идей и обмѣномъ энергіи, лучшимъ средствомъ противъ временныхъ разочарованій, которымъ подверженъ всякій изслѣдователь. Вотъ почему мы выражаемъ Госпожѣ Кюри нашу признательность и наше сочувствіе.

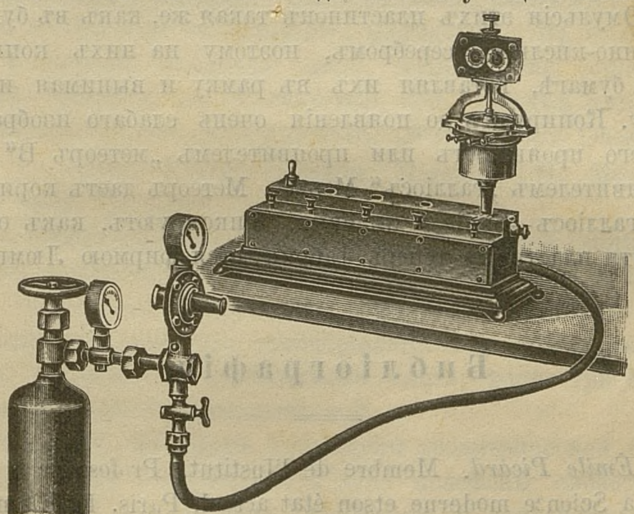
Не въ нашемъ обычаѣ закрывать засѣданіе по случаю смерти нашего сочлена послѣ того, какъ похороны состоялись. Но мы сегодня въ исключительномъ положеніи. Похороны Кюри, по желанію его семьи, прошли въ тѣсномъ кругу, и это не позволило Академіи выразить памяти нашего собрата наше вниманіе оффиціально и открыто. Поэтому я предлагаю вамъ сегодня въ знакъ нашей скорби закрыть наше собраніе“.

Физическій кабинетъ.

1. *Упругость воздуха.* Мячъ діаметромъ 10—15 сант. помѣщаютъ подъ колоколъ воздушнаго насоса. При выкачиваніи воздуха мячъ расширяется. Лучше всего брать обыкновенные мячи изъ тонкой сѣрой резины, самаго дешеваго сорта. При быстромъ выкачиваніи такіе мячи легко расширяются и лопаются. Мячи изъ черной резины мало пригодны для подобнаго опыта.

Необходимая предосторожность: нужно уединить манометръ насоса отъ колокола съ мячемъ, ибо при разрывѣ мяча происходитъ рѣзкое измѣненіе давленія, и ртуть легко можетъ разбить стеклянную трубку манометра.

2. *Примѣненіе сжатаго газа къ опредѣленію числа колебаній помощью сирены.* Какъ извѣстно, пользуясь сиреною типа Каньяра де ла Тура, очень трудно опредѣлить съ достаточнымъ приближеніемъ число колебаній *n* даннаго звучащаго тѣла, такъ



Фиг. 1.

какъ въ ней почти невозможно достигнуть равномѣрности вдуванія воздуха посредствомъ обыкновенныхъ мѣховъ и связаннаго съ этимъ постоянства высоты тона. Значительный шагъ впередъ сдѣлали Лепинъ и Маше, примѣнивъ бомбу съ сжатымъ воздухомъ (фиг. 1). Для регулированія притока газа къ сиренѣ между духовымъ ящикомъ, на которомъ она стоитъ, и бомбою

помѣщенъ особый снарядъ, такъ называемый редукціонный вентиль, съ манометромъ соотвѣтственной чувствительности.

Для примѣра Лепинъ и Маше приводятъ результаты одной серіи своихъ измѣреній, продолжавшейся полчаса. Изъ 10 измѣреній они нашли среднее значеніе $n = 431,7$ въ сек., причемъ крайнія отступленія отъ этого числа были 424 и 445. Подобное различіе чиселъ можетъ говорить противъ новаго метода, однако не надо забывать, что измѣряемое число n зависитъ не отъ одной равномѣрности вращенія сирены, но также и отъ точности измѣренія времени. Лепинъ и Маше пользовались въ своихъ опытахъ простѣйшимъ хроноскопомъ, и нѣтъ сомнѣнія, что съ примѣненіемъ лучшаго хроноскопа можно достигнуть еще лучшихъ результатовъ.

Давленіе въ сиренѣ достигало половины атмосферы, а расходъ газа на одну серію—220 литровъ. Вмѣсто воздуха можно употреблять угольную кислоту.

3. *Новыя діапозитивныя пластинки, проявляемыя при дневномъ свѣтѣ.* Эмульсія этихъ пластинокъ такая же, какъ въ бумагахъ съ лимонно-кислымъ серебромъ, поэтому на нихъ копируютъ какъ на бумагѣ, вставляя ихъ въ рамку и вынимая изъ нея на свѣту. Копируютъ до появленія очень слабаго изображенія, послѣ чего проявляютъ или проявителемъ „метеоръ В" Рееба, или проявителемъ „галліосъ" Мерьсе. Метеоръ даетъ коричневые тона, а галліосъ--синіе и лиловые. Фиксируютъ, какъ обыкновенно. Эти пластинки теперь фабрикуются фирмою Люмьеръ.

Библіографія.

1. *Émile Picard.* Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne. La Science moderne et son état actuel. Paris. E. Flammarion éditeur, 1905, 299 pages, 3 fr. 50 c.

Эта книга есть одинъ изъ послѣднихъ томовъ Библіотеки научной философіи, недавно основанной докторомъ Густавомъ Ле Бономъ. Всѣмъ извѣстныя въ настоящее время произведенія Г. Пуанкаре: Цѣнность науки, Наука и гипотеза—были первыми томами этой библіотеки. Многіе французскіе академики, профессора и болѣе молодые ученые уже приняли участіе въ этомъ

интересномъ научномъ изданіи и дали рядъ замѣчательныхъ книгъ, въ которыхъ современное естествознаніе получило широкое философское обобщеніе.

Основная мысль академика Пикара состоитъ въ томъ, чтобы дать читателю общее представленіе о современномъ состояніи математическихъ, физическихъ и естественныхъ наукъ, а ближайшимъ поводомъ къ осуществленію такого сложнаго и отвѣтственнаго въ настоящее время труда послужилъ докладъ на подобную же тему, который онъ долженъ былъ приготовить въ 1900 году по поводу Всемірной выставки въ Парижѣ.

Книга Пикара состоитъ изъ введенія и девяти главъ, посвященныхъ обзору математическихъ ученій, астрономіи, механикѣ и энергетикѣ, физикѣ эѳира, физикѣ матеріи и химіи, минералогіи и геологіи, физіологіи и біологической химіи, ботаникѣ и зоологіи, медицинѣ и теоріямъ о микробахъ.

Имя Пикара столь извѣстно, что о научномъ достоинствѣ его труда говорить не надо. Книга написана сжатымъ и яснымъ языкомъ и читается съ большимъ интересомъ. Въ особенности хорошо и красиво изложена глава, посвященная современной механикѣ, которую мы и надѣемся дать нашимъ читателямъ въ одномъ изъ ближайшихъ нумеровъ „Физическаго Обозрѣнія“.

2. *Э. Эдзеръ.* Ученіе о свѣтѣ. Переводъ Н. Маракуева. Москва, 1904. Ц. 4 руб.

Вся книга состоитъ изъ 20 главъ. Въ первой главѣ авторъ знакомитъ читателя съ основными свойствами свѣта и съ фотометріей. Эта глава изложена, къ сожалѣнію, слишкомъ кратко. Нѣтъ напр. ни слова объ экваторіальныхъ и меридіанальныхъ кривыхъ различныхъ источниковъ свѣта; ровно три строчки объ эталонѣ Гефнеръ-Альтенека и т. д.

Слѣдующія 10 главъ посвящены геометрической оптикѣ, при чемъ весьма обстоятельно и ясно изложены свойства толстыхъ стеколъ, оптическихъ приборовъ и устройство органа зрѣнія.

Въ главѣ XII-ой разсматриваются гармоническія колебанія и условія возникновенія и распространенія ихъ въ упругой средѣ.

Наконецъ, послѣднія главы заняты физической оптикой. Здѣсь читатель можетъ ознакомиться съ главнѣйшими работами послѣдняго времени, какъ напр.: ступенчатыя рѣшетки Майкель-

сона; изслѣдованія Рубенса и Ашкинаса надъ инфракрасными лучами; работы П. Н. Лебедева по опредѣленію давленія свѣтовыхъ волнъ; х-лучи и т. д. Странно только, что нѣтъ ничего о столь важномъ вопросѣ, какъ лучеиспусканіе абсолютно-черпаго тѣла.

Въ XIX главѣ авторъ подвергаетъ критикѣ теорію Френеля и излагаетъ вкратцѣ тщетныя попытки Томсона, Макъ-Коллаха и другихъ, сдѣланныя съ цѣлью устранить противорѣчія въ упругой теоріи свѣта.

Въ концѣ каждой главы помѣщены задачи и вопросы, съ помощью коихъ читатель можетъ проконтролировать до нѣкоторой степени свои познанія.

Въ общемъ вся книга написана чрезвычайно интересно, простымъ и яснымъ языкомъ. Мы настоятельно обращаемъ на нее вниманіе лицъ, жалающихъ возобновить и пополнить свои свѣдѣнія по оптикѣ. *А. Д.*

3. *M. v. Rohr.* Die Optischen Instrumente. Aus Natur und Geisteswelt. Verlag von Teubner in Leipzig—Berlin, 1906, V+130 S, 1 Mk.

Въ настоящее время многія книгоиздательства выпускаютъ отдѣльные томики, посвященные различнымъ научнымъ вопросамъ, и составляютъ изъ нихъ библіотеки подъ соотвѣтственнымъ заглавіемъ. Библіотека Тейбнера aus Natur und Geisteswelt уже насчитываетъ нѣсколько десятковъ томиковъ, каждый цѣною въ одну марку; между ними есть нѣсколько томиковъ по физикѣ.

Книжка М. ф. Рора интересна потому, что она написана большимъ знатокомъ геометрической оптики; Д-ръ ф. Роръ состоитъ научнымъ сотрудникомъ всемірно извѣстной оптической фабрики Карла Цейсса въ Іенѣ. Въ этой книгѣ онъ сдѣлалъ попытку изложить въ совершенно доступной формѣ новыя воззрѣнія на оптическіе инструменты, почти не прибѣгая къ вычисленіямъ.

Изложивъ основныя понятія геометрической оптики, авторъ переходитъ къ детальному изложенію оптическихъ свойствъ глаза, фотографическаго объектива, микроскопа и телескопа. Чтеніе этой книги можетъ принести большую пользу.